



TUGAS AKHIR - TF 145565

**SISTEM MONITORING RH DI *TRAY TRAP* SILIKA GEL
KOLOM *WATER SCRUBBER SYSTEM* PADA ALAT
PURIFIKASI BIOGAS**

ALFIANTI PIRILINA
NRP. 2413 031 037

Dosen Pembimbing
Ir. Roekmono, M.T.

PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - TF 145565

***RH MONITORING SYSTEM IN TRAY TRAP OF SILICA
GEL WATER SCRUBBER COLUMN SYSTEM IN
BIOGAS PURIFYING***

ALFIANTI PIRILINA

NRP. 2413 031 037

Supervisor

Ir. Roekmono, M.T.

DIPLOMA OF METROLOGY AND INSTRUMENTATION ENGINEERING

Department Of Engineering Physics

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016

**SISTEM MONITORING RH DI TRAY TRAP SILIKA
GEL KOLOM WATER SCRUBBER SYSTEM PADA
ALAT PURIFIKASI BIOGAS**

TUGAS AKHIR

Oleh :

**Alfianti Pirilina
NRP. 2413 031 037**

**Surabaya, 20 Juli 2016
Mengetahui / Menyetujui**

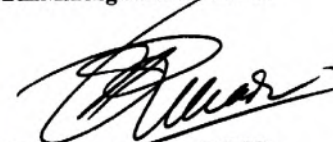
Dosen Pembimbing



**Ir. Roekmono, M.T
NIP. 19580908 198601 1 001**



**Ketua Program Studi
DIII Metrologi dan Instrumentasi**



**Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc.
NIP. 19620822 198803 1 001**

**SISTEM MONITORING RH DI TRAY TRAP SILIKA
GEL KOLOM *WATER SCRUBBER* SYSTEM PADA
ALAT PURIFIKASI BIOGAS**

TUGAS AKHIR


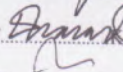




Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Alfianti Pirilina

NRP. 2413 031 037

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Roekmono, M.T..... (Pembimbing I)
1. Ir. Tutug Dhanardono, MT..... Ketua Tim Penguji
2. Ir. Harsono Hadi, MT, Ph.D..... Penguji I
3. Arief Abdurrahman, ST, MT..... Penguji II
4. Herry Sufyan Hadi, ST, MT..... Penguji III
5. Murry Raditya, ST, MT..... Penguji IV

SURABAYA

20 JULI 2016

SISTEM MONITORING RH DI TRAY TRAP SILIKA GEL KOLOM WATER SCRUBBER SYSTEM PADA ALAT PURIFIKASI BIOGAS

Nama Mahasiswa : Alfianti Pirilina
NRP : 2413 031 037
Program Studi : D3-Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Roekmono, M.T.

Abstrak

Biogas merupakan gas hasil penguraian zat-zat organik seperti daun-daun busuk dan kotoran sapi dalam kondisi anaerob. Komponen gas pembentuk biogas terdiri dari metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), hidrogen (H_2), nitrogen (N_2), karbon monoksida (CO) dan oksigen (O_2). Namun beberapa komponen gas pembentuk biogas yaitu gas pengotor berupa H_2O , H_2S , CO_2 , dan partikulat harus dihilangkan untuk mencapai kualitas gas yang lebih baik. Oleh karena itu, dibuat suatu alat purifikasi biogas dengan menyemprotkan air dingin dengan noozle. Air yang disemprotkan dari noozle menimbulkan uap air yang ikut naik menuju output biogas sehingga untuk mengurangi kadar H_2O tersebut dilakukan dengan cara melewati biogas pada suatu kolom yang terdiri dari silika gel. Sensor yang dipakai adalah DHT-22 sebagai sensor temperatur dan kelembaban, Arduino Uno R3 sebagai data program, Visual Studio 2013 sebagai interface monitoring data pada PC, serta XAMPP dan MySQL sebagai media akuisisi data. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan bahwa sistem monitoring kelembaban memiliki nilai ketidakpastian diperluas (U_{exp}) sebesar $\pm 2,100$ dengan tingkat kepercayaan 90%. Akurasi alat ukur kelembaban adalah 96,85%. Dari data hasil monitoring, penggunaan silika gel berfungsi dalam proses purifikasi biogas. Kelembaban dapat mempengaruhi kandungan dari biogas yang dikeluarkan terutama penurunan kandungan H_2S karena semakin rendah suhu yang digunakan untuk mengurangi kadar H_2S maka semakin tinggi kelembaban yang ada pada scrubber, sehingga memerlukan silika gel untuk mengurangi kelembaban tersebut.

Kata kunci: Purifikasi Biogas, Silika Gel, DHT22, Temperatur, Kelembaban

RH MONITORING SYSTEM IN TRAY TRAP OF SILICA GEL WATER SCRUBBER COLUMN SYSTEM IN BIOGAS PURIFYING

Name of Student : Alfianti Pirilina
NRP : 2413 031 037
Study Program : Diploma Metrology and
Instrumentation
Department : Engineering Physics - ITS
Supervisor : Ir. Roekmono, M.T.

Abstract

Biogas is a gas from decomposition of organic substances such as rotting leaves and cow dung under anaerobic conditions. Forming gas component of biogas is composed of methane (CH₄), carbon dioxide (CO₂), hydrogen sulfide (H₂S), ammonia (NH₃), hydrogen (H₂), nitrogen (N₂), carbon monoxide (CO) and oxygen (O₂). However, some components of biogas are gas-forming gas impurities such as H₂O, H₂S, CO₂, and particulates must be removed to achieve a better quality gas. Therefore, created a biogas purification tool by spraying cold water with nozzle. Water is sprayed from nozzle cause water vapor to go up to the biogas output so as to reduce the levels of H₂O is done by passing the biogas in a column consisting of silica gel. The sensor used is a DHT-22 as the temperature and humidity sensors, Arduino Uno R3 as program data, Visual Studio 2013 as a data monitoring interface on the PC, as well as media XAMPP and MySQL data acquisition. Based on test results, it was found that the moisture monitoring system has expanded uncertainty value (U_{exp}) of ± 2.100 with a confidence level of 90%. Accuracy of humidity measuring instrument is 96.85%. From the monitoring records, the use of silica gel to work in the biogas purification process. Humidity can affect the content of the biogas released mainly a decrease in H₂S content because the lower temperatures used to reduce the H₂S content, the higher the moisture contained in the scrubber, thus requiring silica gel to reduce the moisture.

Keywords: *Biogas Purification, Silica Gel, DHT22, Temperature, Humidity*

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	 3
2.1 Kelembaban Udara.....	3
2.2 Silika Gel (SiO ₂).....	4
2.3 Karakteristik Statik.....	6
2.4 Teori Ketidakpastian	10
2.5 Sensor DHT22.....	14
2.6 Arduino Uno R3	15
2.7 <i>Scrubber</i>	17
2.8 Microsoft Visual Studio 2013	19
2.9 XAMPP	20
2.10 MySQL.....	21
 BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT ..	 23
3.1 <i>Flowchart</i>	23
3.2 Keterangan <i>Flowchart</i>	23
3.2.1 Studi literatur alat ukur kelembaban dan silika gel.....	23

3.2.2 Perancangan dan pembuatan <i>hardware</i> serta <i>software</i> alat ukur kelembaban.....	25
3.2.3 Integrasi <i>hardware</i> dan <i>software</i> pemrograman	28
3.2.4 Pengujian sistem pengukuran	29
3.2.5 Pembuatan desain tampilan di PC dengan <i>software Visual Studio 2008</i> serta media penyimpanan <i>database</i>	29
3.2.6 Intergrasi <i>hardware</i> sistem monitoring dan akuisisi data.....	31
3.2.7 Pengujian Integrasi	32
3.2.8 Pengambilan data dan pengolahan data.....	32
3.2.9 Analisis data dan penarikan kesimpulan.....	33
BAB IV. ANALISA DATA	35
4.1 Analisa Data	35
4.1.1 Hasil Perancangan Pengukuran Kelembaban	35
4.1.2 Pengujian Alat Ukur Kelembaban	36
4.1.3 Data Pengukuran Kelembaban pada Alat Purifikasi Biogas	45
4.2 Pembahasan.....	49
BAB V. PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	54
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN A (Data Pengujian Alat dan Kalibrasi)	
LAMPIRAN B (<i>Listing Program di Mikrokontroller dan Microsoft Visual Studio 2013</i>)	
LAMPIRAN C (<i>Datasheet DHT22</i>)	
LAMPIRAN D (Data Monitoring RH Pada Alat Purifikasi)	
LAMPIRAN E (<i>Tampilan Software</i>)	

BIOGRAFI PENULIS

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1	Silika gel (SiO_2)4
Gambar 2.2	Silika gel yang menyerap kelembaban6
Gambar 2.3	Karakteristik Output Instrumen Linier8
Gambar 2.4	Grafik Non-Linieritas9
Gambar 2.5	Penjelasan Akurasi dan Presisi 10
Gambar 2.6	Tabel <i>T-student</i> 13
Gambar 2.7	DHT22 14
Gambar 2.8	Arduino Uno R3..... 15
Gambar 2.9	Prinsip Kerja <i>Dry Scrubber</i> 18
Gambar 2.10	Prinsip Kerja <i>Water Scrubber</i> 19
Gambar 2.11	Tampilan Visual Studio 2013 19
Gambar 2.12	Tampilan XAMPP20
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> sistem monitoring.....24
Gambar 3.2	Diagram Blok Alat Ukur Kelembaban ...25
Gambar 3.3	Rangkaian Modul Sensor DHT22.....26
Gambar 3.4	Konfigurasi pada Arduino UNO R326
Gambar 3.5	<i>Display</i> pengukuran kelembaban.....27
Gambar 3.6	Tampilan <i>software</i> Arduino 1.6.728
Gambar 3.7	Desain tampilan awal <i>software</i> dengan Visual Studio 201329
Gambar 3.8	Desain tampilan <i>login software</i> dengan Visual Studio 201330
Gambar 3.9	Desain <i>Software</i> monitoring kelembaban dengan Visual Studio 201330
Gambar 3.10	Tampilan <i>Software</i> XAMPP31
Gambar 3.11	Database Suhu dan Kelembaban.....32
Gambar 4.1	Posisi pemasangan sensor DHT22.....35
Gambar 4.2	Alat ukur temperatur dan kelembaban DHT22.....36

Gambar 4.3	Grafik Pembacaan Standar dan Pembacaan Alat.....	37
Gambar 4.4	Grafik Histerisis.....	40
Gambar 4.5	Grafik hubungan antara Suhu dan RH saat <i>runing</i> alat	47
Gambar 4.6	Silika gel yang berubah warna.....	48
Gambar 4.7	Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada purifikasi biogas.....	48

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Sifat Fisika Silika Gel.....	5
Tabel 4.1 Data Pengujian Alat.....	36
Tabel 4.1 Lanjutan.....	37
Tabel 4.2 Data Karakteristik Alat.....	38
Tabel 4.3 Data Kalibrasi.....	41
Tabel 4.4 Data Monitoring RH.....	45
Tabel 4.4 Lanjutan.....	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biogas merupakan gas hasil penguraian zat-zat organik seperti daun-daun busuk dan kotoran sapi dalam kondisi anaerob. Komponen gas pembentuk biogas terdiri dari metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), hidrogen (H_2), nitrogen (N_2), karbon monoksida (CO) dan oksigen (O_2). Biogas sendiri sudah menjadi sumber energi terbarukan yang mulai dikembangkan di Indonesia, khususnya biogas dari kotoran sapi, karena masih banyaknya peternakan sapi yang ada di Indonesia. Sudah banyak reaktor biogas di daerah peternakan yang dioperasikan untuk pembuatan biogas, namun sayangnya belum dilengkapi dengan sistem purifikasi biogas.

Sistem purifikasi biogas sangat diperlukan karena adanya kandungan zat pengotor dalam biogas yang merugikan. Dari beberapa komponen gas pembentuk biogas, gas pengotor berupa H_2O , H_2S , CO_2 , dan partikulat harus dihilangkan untuk mencapai kualitas gas yang lebih baik. H_2S dalam biogas perlu dihilangkan karena kondensat yang terbentuk dapat terakumulasi dalam saluran gas dan dapat juga membentuk larutan asam yang korosif ketika H_2S larut dalam air. Air yang digunakan disempatkan dari *nozzle* sehingga menimbulkan uap air yang ikut naik menuju output biogas. Untuk mengurangi kadar H_2O tersebut dilakukan dengan cara melewatkan biogas pada suatu kolom yang terdiri dari silika gel atau karbon aktif. H_2O selanjutnya dapat diserap oleh silika gel atau karbon aktif (Sulistyo, 2010). Untuk itu digunakan silika *gel* yang dapat menyerap air sehingga dapat mengurangi kandungan H_2O pada biogas.

Salah satu purifikasi biogas tersebut dengan memanfaatkan *water scrubber system*. Pada *scrubber* tersebut dibuat *tray trap* yang berisi silika gel yang berfungsi untuk menyerap uap air saat biogas melewatinya karena suhu, kelembaban dan tekanan dapat mempengaruhi produksi biogas (Alfanz dkk, 2016). Agar kinerja

dari alat purifikasi tersebut optimal maka dilakukan pergantian silika gel pada *tray trap* dengan memperhatikan kelembaban di *scrubber* silika gel .

1.2 Permasalahan

Pada pelaksanaan tugas akhir ini terdapat permasalahan yaitu:

1. Bagaimana cara membangun dan merancang sistem monitoring dan akuisisi data RH (*Relative Humidity*) yang diaplikasikan pada alat purifikasi biogas?
2. Bagaimana hasil monitoring penggunaan silika gel pada sistem purifikasi?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada penelitian tugas akhir ini, maka batasan masalah yang diangkat adalah sebagai berikut :

1. Sistem yang dirancang dan dibangun hanya memiliki fungsi untuk mengukur, memonitoring dan meng-akuisisi data kelembaban
2. Sensor yang dipakai adalah DHT-22 sebagai sensor temperatur dan kelembaban, Arduino Uno R3 sebagai data program, Visual Studio 2013 sebagai *interface* monitoring data pada PC, serta XAMPP dan MySQL sebagai media akuisisi data.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring dan akuisisi data RH yang diaplikasikan pada alat purifikasi biogas.
2. Dapat mengetahui hasil monitoring penggunaan silika gel pada sistem purifikasi.

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

2.1 Kelembaban Udara

Kelembaban adalah konsenstrasi uap air di udara. Kandungan uap air dapat berubah tergantung pada temperatur, tekanan, dan iklim. Tingkat kelembaban bervariasi menurut suhu. Semakin hangat suhu udara, semakin banyak uap air yang dapat ditampung. Semakin rendah suhu udara, semakin sedikit jumlah uap air yang dapat ditampung. Kemampuan udara untuk menampung uap air dipengaruhi oleh suhu. Jika udara jenuh uap air dinaikkan suhunya, maka udara tersebut menjadi tidak jenuh uap air. Sebaliknya, jika udara tidak jenuh uap air suhunya diturunkan dan kerapatan airnya dijaga konstan, maka udara tersebut akan mendekati kondisi jenuh uap air. Jadi ketika udara hangat naik dan mulai mendingin, lama kelamaan akan kehilangan kemampuan untuk menampung uap air.

Ada tiga macam kelembaban udara antara lain:

- **Kelembaban nisbi (*Relative Humidity*):**

Kelembaban nisbi merupakan perbandingan antara massa uap air yang terkandung dalam satu satuan volume udara dengan massa uap air maksimum yang dapat dikandung pada suhu dan tekanan yang sama. Sehingga dapat dikatakan bahwa kelembaban nisbi merupakan perbandingan antara tekanan uap air dengan tekanan uap air jenuh pada suhu yang sama dengan satuannya dalam bentuk %.

$$RH(\%) = \frac{P_{uap}}{P_{uap \text{ Air Jenuh}}} \times 100\%$$

- **Kelembaban spesifik:**

Kelembaban spesifik merupakan berat atau massa air yang terkandung didalam setiap kilogram udara kering, atau

perbandingan antara massa uap air dengan massa udara kering yang ada didalam atmosfer. Kelembaban spesifik dinyatakan dalam rasio kilogram uap air (m_w), per kilogram udara, (m_a).

- **Kelembaban mutlak:**

Kelembaban mutlak merupakan massa uap air yang terkandung dalam satu satuan udara yang dinyatakan dalam satuan gram/m^3 .

2.2 Silika Gel (SiO_2)

Silika gel (SiO_2) merupakan suatu bentuk dari silica yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO_2). Silika gel mencegah terbentuknya kelembaban yang berlebihan sebelum terjadi (Fessenden, 1982). Silika gel ini menyerap lembab tanpa merubah kondisi zatnya. Meskipun dipegang, butiran silika gel tetap kering meskipun dalam kondisi menyerap kelembaban. Silika gel ini memiliki indikator khusus saat mengalami kejenuhan kelembaban yaitu akan berubah warna dari biru ke merah muda. Setelah udara mengalami kelembaban, silika gel dapat diaktifkan kembali dengan dioven.



Gambar 2.1 Silika gel (SiO_2)

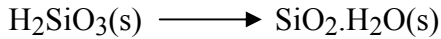
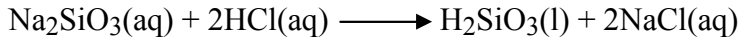
Silika gel berbentuk butiran seperti kaca dengan bentuk yang sangat berpori, silika gel dibuat secara sintesa dari natrium silikat. Walaupun disebut gel, silika gel berbentuk padat. Silika gel adalah mineral alami yang dimurnikan dan diolah menjadi salah satu bentuk butiran atau manik-manik yang memiliki ukuran pori rata-rata 2,4 nanometer dan memiliki afinitas yang kuat untuk molekul air.

Tabel 2.1 Sifat Fisika Silika Gel

Nama IUPAC	: Silikon Dioksida
Nama lain	: Kuarsa, silika, silikat dioksida,
	silicon (IV) oksida
Rumus molekul	: SiO_2
Massa molar	: $60,08 \text{ g mol}^{-1}$
Penampilan	: Kristal Transparan
Titik Lebur	: $1600\text{-}1725 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Titik didih	: $2230 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Sumber : Anonim, 2012

Secara komersial, silika dibuat dengan mencampur larutan natrium silikat dengan suatu asam mineral. Reaksi ini menghasilkan suatu dispersi pekat yang akhirnya memisahkan partikel dari silika terhidrat, yang dikenal sebagai silika hidrosol atau asam silikat yang kemudian dikeringkan pada suhu 110°C agar terbentuk silika gel. Reaksi yang terjadi :



Gambar 2.2 Silika gel yang telah menyerap kelembaban

2.3 Karakteristik Statik

Karakteristik statik instrumen merupakan karakter yang menggambarkan parameter dari sebuah instrumen pada saat keadaan *steady*. Karakteristik ini tidak bergantung pada waktu. Yang termasuk dalam karakteristik statik adalah :

a. Range

Range menyatakan jangkauan pengukuran sebuah alat ukur. Range input atau output sebuah elemen ditentukan dengan nilai minimum dan nilai maksimum dari input (I) atau output (O). Biasanya dituliskan I_{\min} hingga I_{\max} atau O_{\min} hingga O_{\max} .

b. Span

Span merupakan selisih nilai maksimum dengan nilai minimum, menyatakan lebar daerah pengukuran.

c. *Linieritas*

Linearitas merupakan grafik yang menampilkan pengukuran nilai sebenarnya (input) yang dapat menghasilkan output nilai yang ditunjukkan oleh instrumen (output). Pengukuran dapat dikatakan ideal saat hubungan antara input pengukuran (nilai sesungguhnya) dengan output pengukuran (nilai yang ditunjukkan oleh alat) berbanding lurus. Garis lurus ideal merupakan garis yang menghubungkan titik minimum input/output dengan titik maksimum input/output. Berikut merupakan persamaannya:

$$O_{ideal} = KI + a \quad (2.1)$$

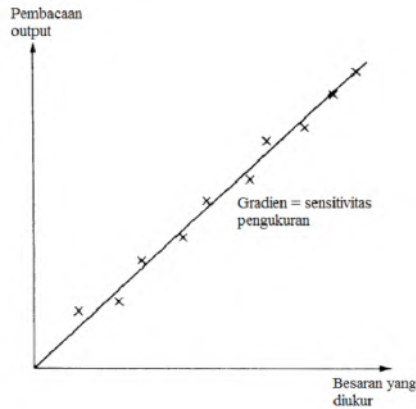
Dengan K adalah kemiringan garis, dapat diketahui melalui persamaan:

$$K = \frac{O_{max} - O_{min}}{I_{max} - I_{min}} \quad (2.2)$$

Dan a adalah pembuat nol (*zero bias*), dapat dihitung dengan persamaan:

$$a = O_{min} - KI_{min} \quad (2.3)$$

Berikut merupakan grafik karakteristik statik linier suatu instrumen:



Gambar 2.3 Karakteristik output instrumen linier

d. *Non – Linieritas*

Dalam beberapa keadaan, dari persamaan *linieritas* muncul garis yang tidak lurus yang biasa disebut *non-linier* atau tidak linier. Didalam fungsi garis yang tidak linier ini menunjukkan perbedaan antara hasil pembacaan actual / nyata dengan garis lurus idealnya. Dengan persamaan sebagai berikut :

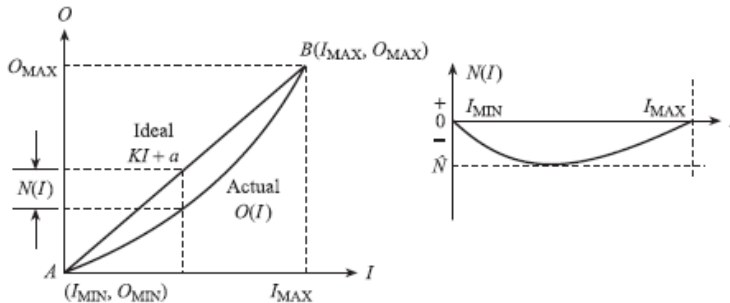
$$N(I) = O(I) - (KI + a) \quad (2.4)$$

$$O(I) = KI + a + N(I) \quad (2.5)$$

Sedangkan untuk persamaan dalam bentuk prosentase dari defleksi skala penuh, sebagai berikut:

Prosentase maksimum *non-linieritas* dari defleksi skala penuh

$$= \frac{\hat{N}}{O_{maks} - O_{min}} \times 100\% \quad (2.6)$$



Gambar 2.4 Grafik *non-linieritas* (Bentley, 2005)

e. Sensitivitas

Karakteristik ini menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur. Sensitivitas juga bisa diartikan sebagai perubahan output alat dibandingkan perubahan input dalam satu satuan. Sensitivitas diperoleh dari $\Delta O / \Delta I$, dimana O adalah output dan I adalah input

$$\text{Sensitivitas} = \frac{\Delta O}{\Delta I} \quad (2.7)$$

f. Resolusi

Resolusi merupakan perubahan terbesar dari input yang dapat terjadi tanpa adanya perubahan pada output. Suatu alat ukur dapat dikatakan mempunyai resolusi tinggi saat mampu mengukur dengan ketelitian yang lebih kecil. Salah satu faktor utama yang mempengaruhi resolusi sebuah instrument adalah seberapa baik skala output dibagi ke dalam skala yang lebih kecil.

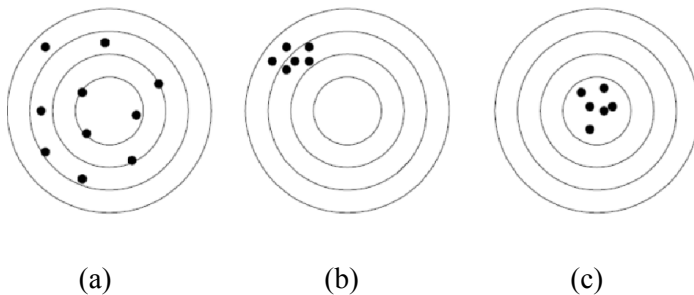
g. Akurasi

Akurasi merupakan ketepatan alat ukur untuk memberikan nilai pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya. Karena pada eksperimen nilai sebenarnya tidak pernah diketahui oleh sebab itu diganti dengan suatu nilai standar yang diakui secara

konvensional. Contohnya termometer dengan skala 0°-150°C mempunyai akurasi 1°C, ini berarti jika termometer menunjukkan nilai 80°C maka nilai sebenarnya adalah 79°C-81°C.

h. Presisi / *Repeatability*

Presisi adalah kemampuan instrument/eleman untuk menampilkan nilai yang sama pada pengukuran berulang singkat.



Gambar 2.5 Penjelasan Akurasi dan Presisi (a) akurasi rendah, presisi rendah (b) akurasi rendah, presisi tinggi (c) akurasi tinggi presisi tinggi

2.4 Teori Ketidakpastian

Ketidakpastian pengukuran merupakan tingkat seberapa besar ketidakpastian yang dihasilkan oleh suatu alat ukur. Dalam menghitung ketidakpastian pengukuran ada beberapa langkah yang harus dihitung, antara lain:

- Standard deviasi

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (D_i - D')^2}}{n-1} \quad (2.8)$$

dimana :

D_i = koreksi alat ukur

D_i = rata-rata koreksi

n = Banyak range pengukuran

- Analisa Type A (U_a)

Pada analisa tipe A ini hasilnya diperoleh dari data pengukuran. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$U_{a1} = \frac{\sigma_{maks}}{\sqrt{n}} \quad (2.9)$$

Dimana :

σ = *Standart deviasi koreksi*

n = Jumlah data

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} \quad (2.10)$$

Dimana :

SSR (*Sum Square Residual*) = $\sum SSR$ (*Square Residual*)

$SR = R^2$ (*Residu*)

$$Y_i \text{ (Nilai koreksi)} = t_i - x_i \quad (2.11)$$

$$Y_{reg} = a + (b \times t_i) \quad (2.12)$$

$$a = \bar{y}_i + (b \times \bar{t}_i) \quad (2.13)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum t_i y_i - \sum y \cdot \sum t_i}{n \cdot \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}; \quad (2.14)$$

Dimana :

t_i = Pembacaan standar

x_i = Pembacaan alat

y_i = Nilai koreksi

- Analisa Type B (U_b)

Analisa tipe B ini diperoleh berdasarkan sertifikat kalibrasi atau spesifikasi dari alat ukur. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Ub1 = \frac{Resolusi/2}{\sqrt{3}} \quad (2.15)$$

Dimana :

SSR = *Sum Square Residual*

$$Ub2 = \frac{a}{k} \quad (2.16)$$

- Ketidakpastian Kombinasi (U_C)

U_c merupakan ketidakpastian kombinasi dari ketidakpastian tipe A dan ketidakpastian tipe B. Adapun persamaan dari ketidakpastian kombinasi adalah:

$$U_C = \sqrt{Ua1^2 + Ua2^2 + Ub1^2 + Ub2^2} \quad (2.17)$$

Dimana :

U_c = Nilai ketidakpastian kombinasi

U_{A1} = Nilai ketidakpastian hasil pengukuran

U_{A2} = Nilai ketidakpastian regresi

U_{B1} = Nilai ketidakpastian resolusi

U_{B2} = Nilai ketidakpastian kalibrator

- V efektif

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 / v_i} \quad (2.18)$$

Dimana :

V_{eff} = Derajat kebebasan efektif dari ketidakpastian kombinasi

v_i = Derajat kebebasan dari komponen ketidakpastian ke- i
 U_i = Hasil ketidakpastian tipe A dan B

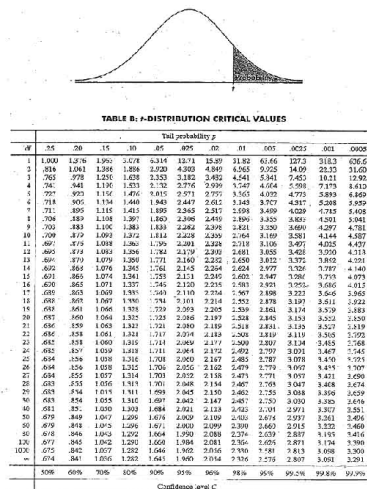
Setelah ditentukan nilai derajat kebebasan efektif, maka dapat dilanjutkan dengan menghitung nilai faktor cakupan sesuai dengan tingkat kepercayaan yang diinginkan, dimana faktor cakupan (k) didapat dari tabel *T-students*.

- Ketidakpastian Diperluas

Ketidakpastian diperluas merupakan akhir nilai ketidakpastian dengan tingkat kepercayaan. Tingkat kepercayaan tingkat keyakinan mengenai daerah nilai sebenarnya pada suatu pengukuran (LPF, 2013). Persamaan U_{expand} adalah:

$$U_{expand} = k \cdot U_c \quad (2.19)$$

Untuk mencari nilai k , maka melihat table *T student* sesuai dengan *confidence level* 95%.



Gambar 2.6 Tabel *T-student*

2.5 Sensor DHT22

Sensor DHT merupakan sensor suhu dan kelembaban dari Aosong Electronic yang tidak memerlukan rangkaian pengendali sinyal dan ADC karena menggunakan cip mikropengendali dengan keluaran sinyal digital (Aosong, 2012)



Gambar 2.7 DHT22

Alat ini mempunyai *range* pengukuran dari 0-100% RH dan akurasi RH absolut $\pm 2\%$ RH. Sedangkan akurasi pengukuran temperature $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pada temperature $-40^{\circ} - 80^{\circ}\text{C}$. Modul DHT-22 ini sudah menghasilkan output digital yang sudah terkalibrasi, sehingga tidak memerlukan rangkaian ADC (*Analog to Digital Converter*). Rangkaian pembuatan sistem monitoring temperatur dan kelembaban dapat dilihat pada gambar. Sensor ini terdiri dari komponen kelembaban penginderaan, sensor NTC suhu (atau termistor) dan IC di sisi belakang dari sensor. Untuk mengukur kelembaban, alat ini menggunakan komponen penginderaan kelembaban yang memiliki dua elektroda dengan holding kelembaban substrat. Jadi sebagai perubahan kelembaban, konduktivitas perubahan substrat atau perlawanan antara perubahan elektroda ini. perubahan tahanan ini diukur dan diproses oleh IC yang membuatnya siap untuk dibaca oleh mikrokontroler. Di sisi lain, untuk mengukur suhu sensor ini menggunakan sensor suhu NTC atau termistor. Sebuah termistor

sebenarnya adalah resistor variabel yang berubah resistensi dengan perubahan suhu. Sensor ini dibuat oleh sintering bahan semikonduktif seperti keramik atau polimer untuk memberikan perubahan besar dalam perlawanan dengan hanya perubahan kecil pada suhu. Istilah "NTC" berarti "Negative Temperature Coefficient", yang berarti bahwa perlawanan menurun dengan kenaikan suhu. Sedangkan untuk sampling DHT22 adalah 0,5Hz untuk setiap 2 detik pembacaan.

2.6 Arduino Uno R3

Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (*integrated circuit*) ini memiliki 14 *input/output* digital (6 output untuk PWM), 6 analog *input*, resonator kristal keramik 16 MHz, koneksi USB, soket adaptor, pin *header* ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk *men-support* mikrokontrol secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau juga *battery*.

Papan Arduino ini dapat disuplai tegangan kerja antara 6 sampai 20 volt, jika catu daya di bawah tegangan standart 5V board akan tidak stabil, jika dipaksakan ke tegangan regulator 12 Volt maka *board* arduino cepat panas (*overheat*) dan merusak board. Oleh karena itu direkomendasikan tegangannya 7-12 volt.



Gambar 2.8 Arduino Uno R3

Arduino Uno memiliki fasilitas nomer untuk komunikasi dengan komputer atau *hardware* Arduino lainnya, atau dengan mikrokontroler. Pada ATmega328 menerjemahkan serial komunikasi UART TTL (5V) pada pin 0 (RX) dan 1 (TX). Pada ATmega16U2 serial komunikasinya dengan USB dan *port virtual* pada *software* di komputer. Perangkat lunak (*firmware*) 16U2 menggunakan *driver standart* USB COM dan tidak membutuhkan *driver* luar lainnya. Bagaimanapun pada OS Windows file ekstensi .inf sangat diperlukan. *Software* Arduino bawaan telah menyertakan serial monitor yang sangat mudah membaca dan mengirim data dari dan ke Arduino. LED indikator TX dan RX akan kedip ketika data telah terkirim via koneksi *USB-to-serial* dengan USB pada komputer (tetapi tidak pada serial com di pin 0 dan pin 1). *Software Serial library* membolehkan banyak pin serial *communication* pada Uno. ATmega328 juga support I2C (TWI) dan SPI *communication*. *Software* Arduino terbenam di dalamnya *Wire library* untuk memudahkan penggunaan bus I2C.

Untuk kecepatan detak yang direkomendasikan adalah antara 50 kHz sampai dengan 200 kHz pada resolusi maksimum 10-bit. Kecepatan yang lebih tinggi daripada 200 kHz akan menurunkan akurasi. Umumnya, mikrokontroler Arduino menggunakan *clock* sebesar 16 MHz, dan umumnya ADC akan memiliki sumber *clock* yang sama dengan mikrokontroler. Nilai ini jauh lebih besar dari yang dibutuhkan oleh ADC, yaitu maksimum hanya 200 kHz. Oleh karena itu, terdapat suatu prescaler pada mikrokontroler. Prescaler ini yang akan membagi nilai *clock* sumber yang digunakan oleh mikrokontroler. Nilai prescaler dapat diatur menggunakan 3 bit ADPS, yaitu ADPS0, ADPS1 dan ADPS2.

Nilai prescaler yang disediakan adalah 2, 4, 8, 16, 32, 64, dan 128. Nilai-nilai ini yang akan digunakan untuk membagi detak (*clock*) sumber. Karena kita menggunakan *clock* 16 MHz pada Arduino kita, maka diperoleh nilai-nilai detak hasil pembagian sebagai berikut:

$$16 \text{ MHz} / 2 = 8 \text{ MHz}$$

$$16 \text{ MHz} / 4 = 4 \text{ MHz}$$

$16 \text{ MHz} / 8 = 2 \text{ MHz}$
 $16 \text{ MHz} / 16 = 1 \text{ MHz}$
 $16 \text{ MHz} / 32 = 500 \text{ kHz}$
 $16 \text{ MHz} / 64 = 250 \text{ kHz}$
 $16 \text{ MHz} / 128 = 125 \text{ kHz}$

Karena *clock* ADC yang direkomendasikan berada diantara 50 kHz dan 200 kHz, maka prescaler yang tepat digunakan adalah sebesar 128. Nilai 128 ini diperoleh dengan mengatur ADPS2, ADPS1 dan ADPS0 masing-masing bernilai 1. Kecepatan ADC sebesar 125 kHz. Cara menaikkan kecepatan ADC adalah menurunkan *clock* sumber. Misalnya kecepatan *clock* dari 16 MHz kita turunkan menjadi 12 MHz, dan prescaler diturunkan menjadi 64. Maka, kecepatan ADC sekarang menjadi $12 \text{ MHz} / 64 = 187 \text{ kHz}$. Nilai ini lebih besar $187 - 125 = 62 \text{ kHz}$ daripada perhitungan sebelumnya. Namun, menurunkan *clock* sumber berarti menurunkan kecepatan mikrokontroler. Inilah yang menjadi untung-rugi (/trade-off/) dari desain kita. Lagipula, sangat tidak praktis untuk mencabut *clock* yang sudah terpasang dengan baik di Arduino dan menggantinya dengan yang baru.

Nilai 125 kHz di atas (*clock* sumber 16 MHz dan prescaler 128). Karena ADC kita membutuhkan waktu 13 detak dalam sekali konversi, maka banyaknya sampel yang bisa dikonversi oleh ADC harus dibagi lagi sebanyak 13 dari kecepatan ADC, yaitu $125 / 13 = 9.6 \text{ kSa/s}$ (kilo sampel per detik).

2.7 Scrubber

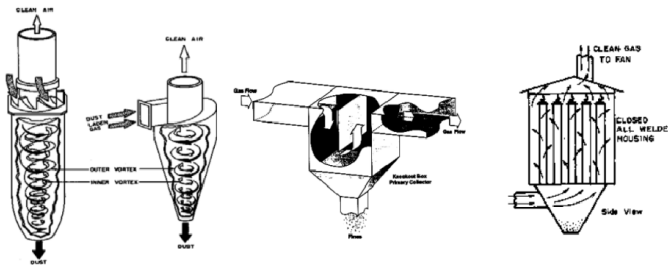
Dahulu *scrubber* merupakan bagian dari alat pengontrol polusi yang menggunakan liquid untuk membuang gas yang tidak dibutuhkan. Namun sekarang penggunaan *scrubber* lebih berkembang untuk memasukkan bahan aktif kedalam arus gas untuk ‘mencuci’ gas asam. Sehingga scrubber lebih dipergunakan sebagai pengontrol emisi gas asam.

Terdapat 2 jenis *scrubber* yaitu *Dry Scrubber* dan *Wet Scrubber*. Perbedaan dari kedua jenis scrubber tersebut yaitu

penggunaan fluida cair serta pengendalian temperaturnya (Abdurrahman, 2012).

a. *Dry Scrubber*

Dry Scrubber merupakan pengontrol polusi yang berlangsung dalam proses kering sehingga penggunaannya lebih banyak untuk partikel padat. Hal ini juga disebabkan karena dalam proses kerja *Dry Scrubber* hanya bisa memproses emisi padat seperti *fly ash* (partikel padat). Proses kerja dari *Dry Scrubber* tidak banyak berpengaruh terhadap pengendalian gas karena hanya fokus dalam pengendalian partikel padat. Prinsip kerjanya yaitu dengan mengendalikan aliran gas yang mengandung partikel padat.

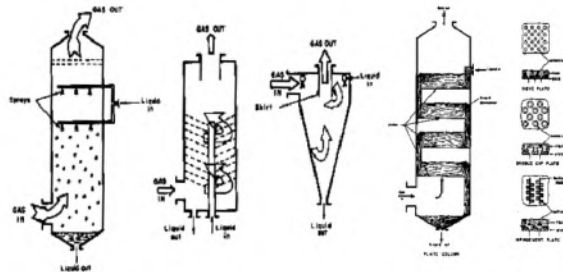


Gambar 2.9 Prinsip Kerja *Dry Scrubber*

b. *Water Scrubber*

Sesuai dengan namanya, *Water Scrubber* menggunakan fluida cair pada proses kerjanya. Kebanyakan fluida yang digunakan adalah air. Hal inilah yang menjadi perbedaan antara *Dry Scrubber* dengan *Wet Scrubber*. Penggunaan fluida tersebut memberi kelebihan pada sistem *Water Scrubber* karena dapat mengontrol gas yang dapat larut seperti Sox, NOx, H₂S, yang pada *Dry Scrubber* polutan tersebut tidak dapat dikontrol dengan baik. Kelebihan yang lain yaitu kontrol temperatur karena pada sistem *Water Scrubber* terjadi penggabungan 2 jenis fluida yang

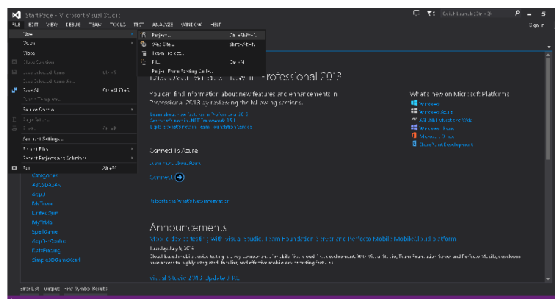
berbeda temperaturnya. Untuk cara kerja *Water Scrubber* lebih efisien dibandingkan *Dry Scrubber* karena mampu menangkap partikel dalam bentuk kecil serta dapat mengikat gas. Cara kerjanya yaitu mengalirkan fluida cair pada aliran gas sehingga langsung difiltrasi oleh fluida cair tersebut.



Gambar 2.10 Prinsip Kerja *Water Scrubber*

2.8 Microsoft Visual Studio 2013

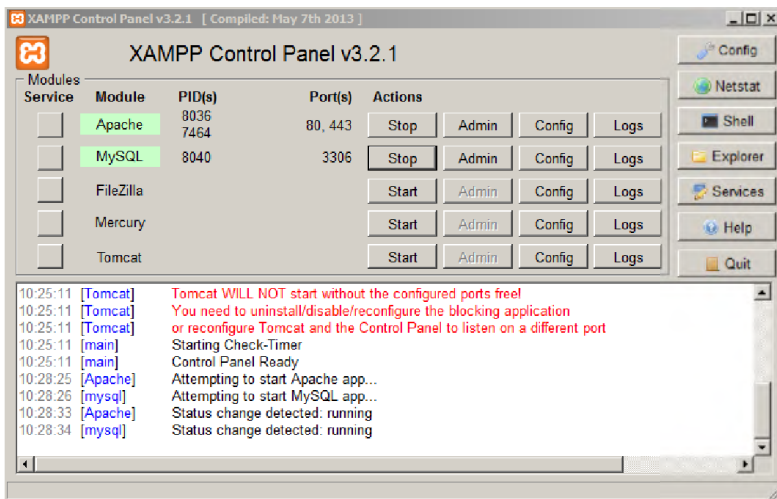
Merupakan sebuah aplikasi yang digunakan untuk membantu dalam membuat atau membangun sebuah program berbasis computer. Juga digunakan untuk membuat aplikasi Web ASP.NET, XML Web Service, aplikasi desktop, dan aplikasi mobile. Didalam Microsoft Visual Studio 2013 menggunakan bahasa pemrograman .NET seperti Visual Basic, Visual C++, Visual C#, dan Visual J#.



Gambar 2.11 Tampilan Visual Studio 2013

2.9 XAMPP

XAMPP ialah perangkat lunak bebas yang mendukung banyak sistem operasi, merupakan campuran dari beberapa program. Yang mempunyai fungsi sebagai server yang berdiri sendiri (*localhost*), yang terdiri dari program MySQL database, Apache HTTP Server, dan penerjemah ditulis dalam bahasa pemrograman PHP dan Perl. Nama XAMPP merupakan singkatan dari X (empat sistem operasi), Apache, MySQL, PHP dan Perl. Program ini tersedia di bawah GNU General Public License dan bebas, adalah mudah untuk menggunakan web server yang dapat melayani tampilan halaman web yang dinamis.



Gambar 2.12 Tampilan XAMPP

2.10 MySQL

MySQL adalah Relational Database Management System (RDBMS) yang didistribusikan secara gratis dibawah lisensi GPL

(General Public License). Dimana setiap orang bebas untuk menggunakan MySQL, namun tidak boleh dijadikan produk turunan yang bersifat komersial. MySQL sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama dalam database sejak lama, yaitu SQL (Structured Query Language). SQL adalah sebuah konsep pengoperasian database, terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data, yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah secara otomatis. Keandalan suatu sistem database (DBMS) dapat diketahui dari cara kerja optimizer-nya dalam melakukan proses perintah-perintah SQL, yang dibuat oleh user maupun program-program aplikasinya. Sebagai database server, MySQL dapat dikatakan lebih unggul dibandingkan database server lainnya dalam query data. Hal ini terbukti untuk query yang dilakukan oleh single user, kecepatan query MySQL bisa sepuluh kali lebih cepat dari PostgreSQL dan lima kali lebih cepat dibandingkan Interbase.

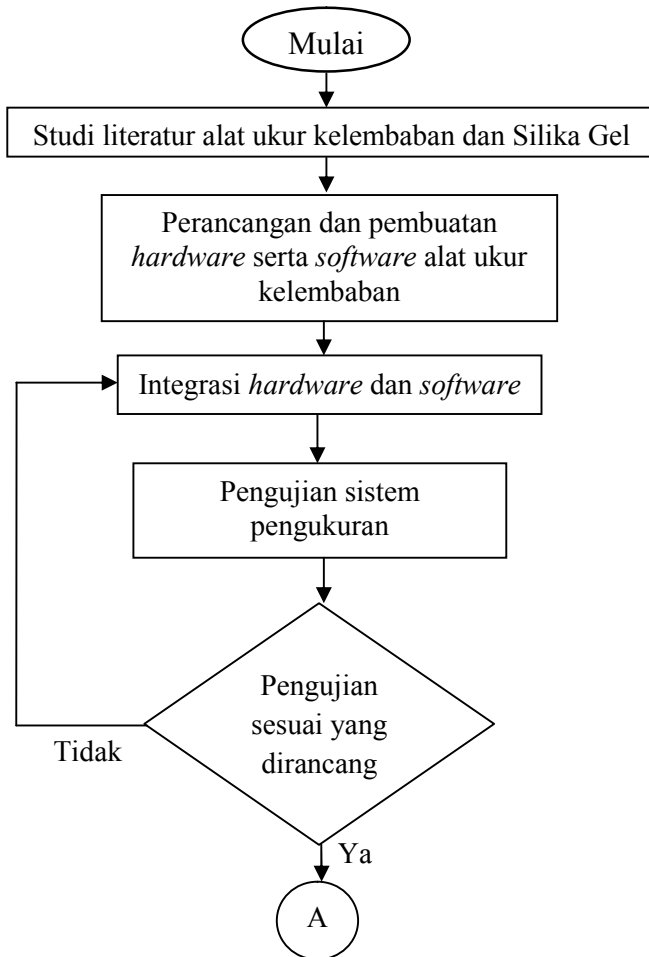
(halaman ini sengaja dikosongkan)

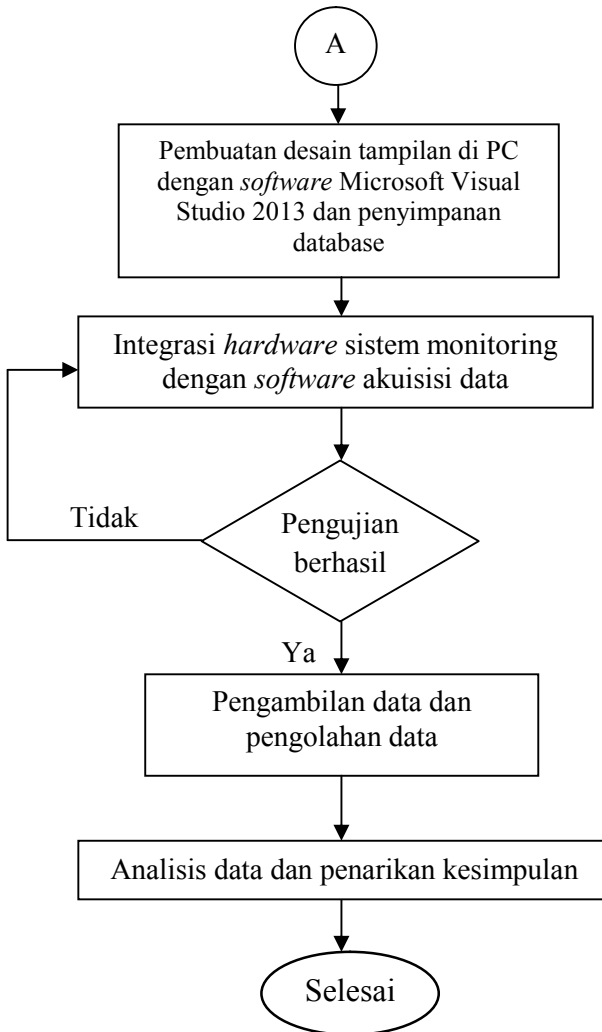
BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Flowchart

Tahapan dari Tugas Akhir ini secara umum dapat digambarkan dalam *flowchart* seperti pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 *Flowchart* sistem monitoring

3.2. Keterangan *Flowchart*

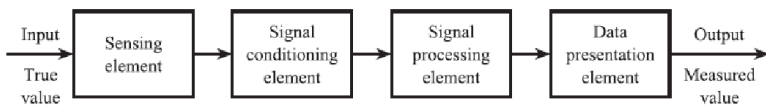
3.2.1 Studi literatur alat ukur kelembaban dan silika gel

Dalam pembuatan tugas akhir ini, dipelajari literatur dari penelitian, jurnal, maupun tugas akhir yang pernah dilakukan

sebelumnya mengenai aplikasi alat ukur kelembaban serta proses monitoring dan akuisisi data. Selain belajar sistem pada perancangan alat ukur, dipelajari juga literatur – literatur yang berkaitan dengan elemen-elemen yang digunakan dalam pembuatan alat ukur kelembaban ini, misalnya *datasheet* sensor DHT22, karakteristik Silika Gel, *water scrubber*, dan karakteristik mikrokontroler.

3.2.2 Perancangan dan pembuatan *hardware* serta *software* alat ukur kelembaban

Pada perancangan dan pembuatan *hardware* serta *software* terdapat beberapa tahap, yaitu pembuatan rangkaian sensor DHT22, kemudian masuk ke pemrograman mikrokontroler arduino UNO R3 untuk pengolahan data dari sensor. Pada perancangan sistem monitoring kelembaban ini terdapat diagram blok pengukuran sebagai berikut.



Gambar 3.2 Diagram Blok Alat Ukur Kelembaban

Pada diagram blok gambar 3.2 menjelaskan tentang alur pengukuran yang dilakukan oleh sensor. Mulai dari input, sensor (*sensing element*) yang bersentuhan dengan proses, pengkondisian sinyal (*signal conditioning element*) yang mengambil output dari sensing element dan mengubahnya menjadi satu bentuk yang lebih sesuai untuk pemrosesan lebih lanjut, pemrosesan sinyal (*signal processing element*) yang mengambil output dari conditioning element dan mengubahnya menjadi satu bentuk yang lebih sesuai untuk penyajian lebih lanjut, hingga penampil data (*data presentation element*).

a. Perancangan dan pembuatan *hardware*

Alat ukur kelembaban yang digunakan adalah sensor DHT22. DHT22 berfungsi sebagai sensor untuk mengukur temperatur dan kelembaban relatif (RH), pada diagram blok pengukuran di Gambar 3.2, sensor DHT22 termasuk bagian dari *sensing element*.



Gambar 3.3 Rangkaian Modul Sensor DHT22

Setelah mendapatkan keluaran digital *output*, tahap selanjutnya adalah pemrosesan sinyal. Pemrosesan sinyal dilakukan oleh mikrokontroler arduino UNO R3. Konfigurasi sensor DHT22 dengan Arduino UNO R3 dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Konfigurasi pada Arduino UNO R3

Sinyal digital yang diterima berupa bilangan digital dimana bilangan tersebut menunjukkan pengukuran temperatur dan kelembaban. Agar dapat ditampilkan dalam angka, sinyal tersebut diolah di arduino UNO. Perhitungan konversi dari data digital menjadi bilangan desimal dapat dilihat pada lampiran *datasheet*. Setelah diolah, untuk menampilkan data digunakan LCD (*Liquid Crystal Display*) pada panel seperti pada gambar 3.5.

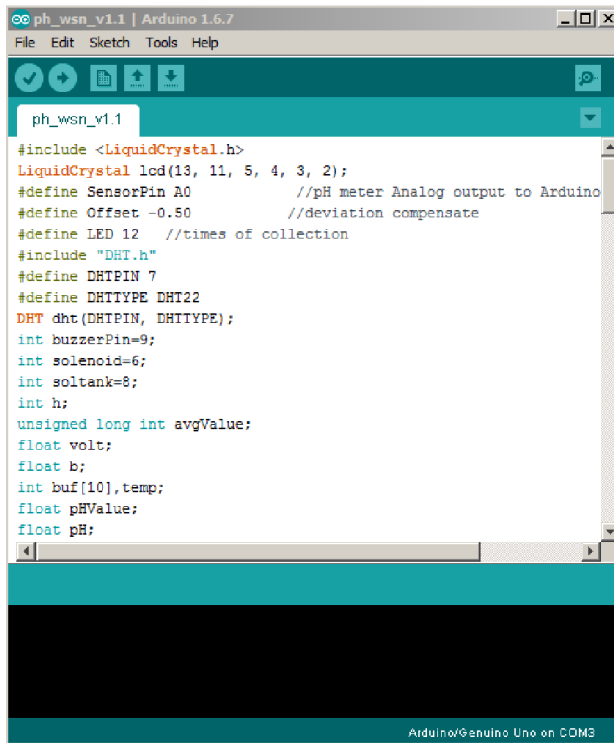


Gambar 3.5 *Display* pengukuran suhu dan kelembaban

b. Perancangan dan pembuatan *software*

Setelah pembuatan *hardware* selesai, masuk ke sistem perancangan *software* yang dimulai dari perancangan *software* pada Arduino Uno R3. Perancangan ini masuk dalam sistem pemrosesan sinyal. *Software* ini berfungsi untuk mengintegrasikan data pengukuran pada Arduino UNO R3 dengan LCD agar dapat didisplaykan. Untuk membuat program pada Arduino UNO R3, dibutuhkan *software* arduino 1.6.7. Pada program tersebut akan diberikan *coding* untuk mengolah sinyal masukan. Jika pada saat program yang telah dibuat *dicompile*

tidak ada *error*, maka program dapat berjalan. Berikut adalah tampilan program *coding* pada *software* arduino 1.6.7.



Gambar 3.6 Tampilan *software* arduino 1.6.7

3.2.3 Integrasi *hardware* dan *software* pemrograman

Ketika *coding* program sudah jadi, maka dilakukan pengintegrasian antara *hardware* dengan *software*. Didalam *software* dilakukan penyamaan *Port* yang digunakan untuk melakukan proses *uploading* program yang ada ke mikro *chip* Arduino UNO R3.

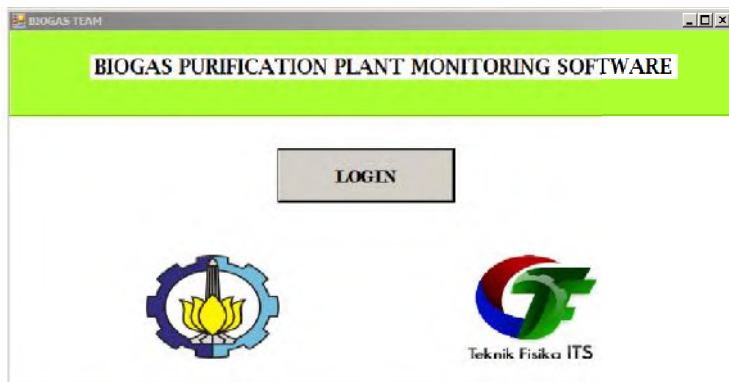
Penyesuaian *interface* antara *software* arduino dan *hardware* arduino dapat dikonfigurasi melalui fitur COM. Jika sudah berhasil, maka hasil program dapat dilihat pada LCD ataupun dari *serial monitor software* Arduino.

3.2.4 Pengujian sistem pengukuran

Pengujian sistem pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui apakah proses *uploading* dari *software* Arduino sudah berjalan atau belum ke *hardware* arduino. Kemudian sensor diuji coba untuk mengukur. Jika dari *sensing element* tersebut masih belum dapat menampilkan data, maka proses pemrograman dan integrasi *software* serta *hardware* perlu diulang.

3.2.5 Pembuatan desain tampilan di PC dengan *software* Visual Studio 2013 serta media penyimpanan *database*

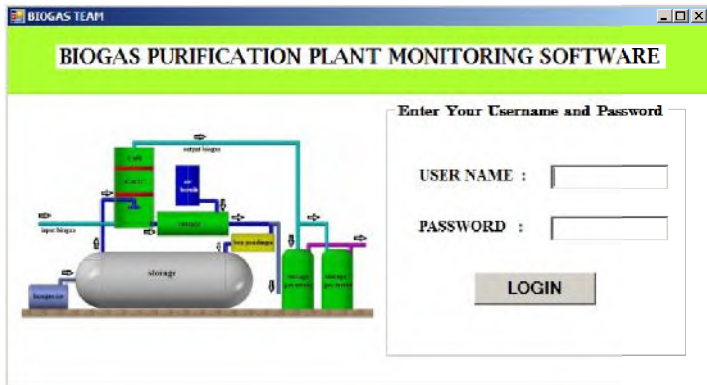
Setelah dilakukan pengintegrasian antara *software* *programming* dengan *hardware*, maka dilakukan pembuatan tampilan pada *Personal Computer* (PC) serta penyimpanan data secara *real time*. Pembuatan tampilan ini menggunakan *software* Visual Studio 2013. Visual Studio ini juga digunakan untuk membuat *software* akuisisi data untuk sistem monitoring kelembaban. Data yang akan ditampilkan secara *real time* adalah data pengukuran kelembaban relatif. Desain yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



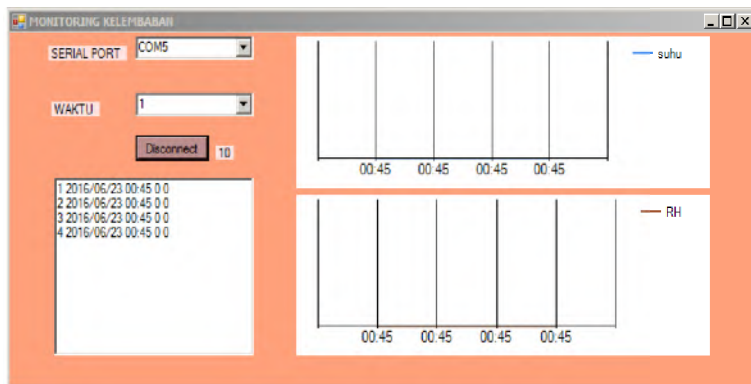
Gambar 3.7 Desain tampilan awal *software* dengan Visual Studio 2013

Karena dalam satu *plant* terdapat beberapa monitoring termasuk monitoring kelembaban, maka pada desain tampilan

software Visual Studio diberikan *user name* serta *password* sesuai dengan *plant* yang dimonitoring. Sehingga setiap pengguna yang ingin mengetahui monitoring *plant*, misalnya kelembaban, maka harus login sesuai dengan *username* dan *password* monitoring kelembaban.



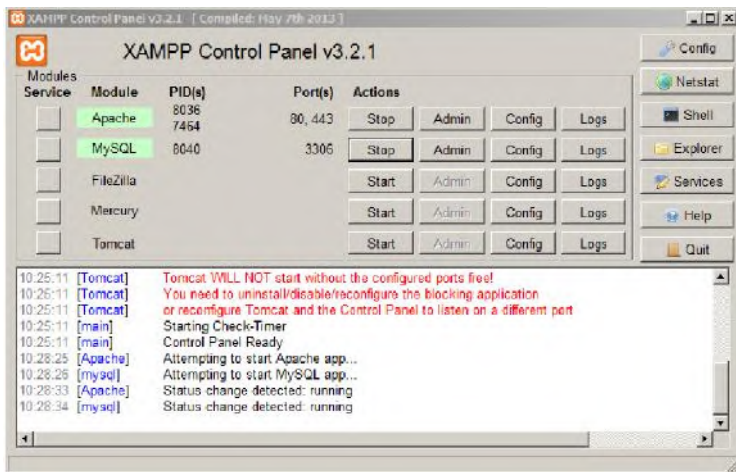
Gambar 3.8 Desain tampilan *login software* dengan Visual Studio 2013



Gambar 3.9 Desain *Software* monitoring kelembaban dengan Visual Studio 2013

3.2.6 Integrasi *hardware* sistem monitoring dan akuisisi data

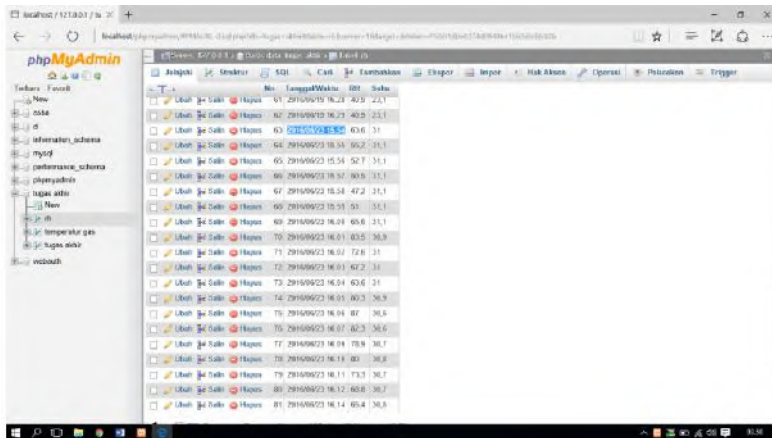
Setelah dibuat *listing program* di Visual Studio, kemudian dilakukan pengintegrasian antara program Visual Studio dengan *hardware* sistem monitoring yang telah dibuat sebelumnya. Selain dapat memonitoring data, Visual Studio juga disambungkan dengan XAMPP sebagai pengembangan website berbasis PHP dan MySQL agar data yang masuk monitoring Visual Studio dapat disimpan di database langsung sesuai *listing program* yang dibuat. Pada XAMPP diaktifkan Apache dan MySQL agar bisa tersambung ke localhost/phpmyadmin.



Gambar 3.10 Tampilan *Software* XAMPP

Setelah mengaktifkan XAMPP, maka baru dapat membuka *localhost* dengan cara klik tombol “Admin” pada XAMPP MySQL atau mengetikkan `http://localhost/phpmyadmin` pada mozilla firefox. Sebelum mengintegrasikan antara Visual Studio dengan localhost/phpmyadmin, pengguna harus membuat folder database sesuai keinginan sebagai tempat penyimpanan data monitoring. Nama database ini yang akan masuk pada *listing*

program Visual Studio sehingga wajib sama dari nama folder hingga besar kecilnya huruf agar tidak terjadi *error*. Penyimpanan data monitoring dapat diatur tiap berapa waktu yang diinginkan, sehingga saat sudah mencapai waktu yang diinginkan, *localhost* dapat di *refresh* supaya data dapat keluar di database.



No	TanggalWaktu	DB	Suhu
61	29/10/2023 16:23	40.3	22.1
62	29/10/2023 16:23	40.3	23.1
63	29/10/2023 16:23	40.3	31
64	29/10/2023 16:54	36.2	31.1
65	29/10/2023 15:54	52.7	31.1
66	29/10/2023 16:57	30.9	31.1
67	29/10/2023 16:58	47.2	31.1
68	29/10/2023 16:58	51	31.1
69	29/10/2023 16:58	46.6	31.1
70	29/10/2023 16:58	43.5	36.9
71	29/10/2023 16:58	72.8	31
72	29/10/2023 16:58	46.7	31
73	29/10/2023 16:58	43.4	31
74	29/10/2023 16:58	30.3	36.9
75	29/10/2023 16:58	46.7	36.6
76	29/10/2023 16:58	46.7	36.6
77	29/10/2023 16:58	78.9	36.7
78	29/10/2023 16:58	80	36.8
79	29/10/2023 16:58	73.3	36.7
80	29/10/2023 16:52	60.8	36.7
81	29/10/2023 16:14	46.4	36.8

Gambar 3.11 Database Suhu dan Kelembaban

3.2.7 Pengujian integrasi

Setelah dibuat database *localhost*, diuji dengan menjalankan software Visual Studio yang telah dibuat dan menyambungkan sensor kelembaban. Jika masih terjadi *error*, maka *listing program* Visual Studio perlu diulang.

3.2.8 Pengambilan data dan pengolahan data

Pada tahap ini dapat dilihat spesifikasi yang dimiliki oleh sistem monitoring yang telah dibuat. Dengan keterangan data yang didapat tersebut dapat dilihat bagus atau tidaknya performansi karakter sistem monitoring ini. Terdapat beberapa data yang diambil dari sistem monitoring ini yaitu data karakteristik statik, data kalibrasi, serta data kelembaban di *tray*

trap silika gel saat alat purifikasi dijalankan. Pada karakteristik statik alat yang dicari yaitu nilai *range*, *span*, *resolusi*, *sensitivitas*, *linieritas*, *hysteresis*, serta prosentase akurasi. Sedangkan untuk data kalibrasi digunakan untuk mencari nilai ketidakpastian dari hasil pengukuran ketika menggunakan perangkat DHT22 tersebut. Pada data kelembaban di *tray trap* silika gel saat alat purifikasi dijalankan, akan diketahui pengaruh dari silika gel terhadap optimalisasi kandungan metana.

3.2.9 Analisis data dan penarikan kesimpulan

Tahap terakhir yaitu analisis data yang dihasilkan dari pembuatan sistem monitoring kelembaban. Kemudian dilakukan penarikan kesimpulan dari semua elemen yang mempengaruhi data tersebut.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

4.1.1 Hasil Perancangan Pengukuran Kelembaban

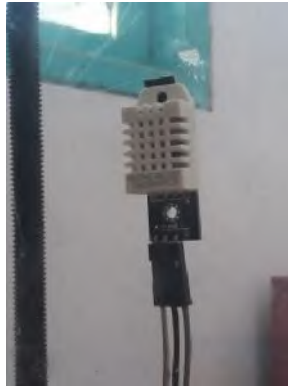
Penempatan alat ukur kelembaban pada *plant* biogas yaitu pada *water scrubber* tepatnya pada *tray trap* kedua. Hal ini dimaksudkan supaya baik silika gel maupun sensor DHT22 dapat langsung menangkap uap air yang akan diikat dan diukur, dimana dibawah *tray trap* silika gel tersebut merupakan tempat terjadinya penyemprotan masukan biogas dengan air dingin dari noozle.

Berikut merupakan hasil dari perancangan sistem monitoring RH di *tray trap* silika gel kolom *water scrubber* sistem pada alat purifikasi biogas :



Gambar 4.1 Posisi pemasangan sensor DHT22

Gambar 4.1 merupakan letak pemasangan alat ukur kelembaban tepatnya diatas *tray trap* tempat penyemprotan air oleh *noozle*.



Gambar 4.2 Alat ukur temperatur dan kelembaban DHT22

4.1.2 Pengujian Alat Ukur Kelembaban

Pengujian kelembaban dilakukan pada rentang 15°C - 30°C dimana tiap satuan suhu tersebut menunjukkan nilai kelembaban masing-masing (%). Pada setiap kenaikan, diambil data sebanyak 10 data. Alat standar yang digunakan untuk pembandingan adalah *Humidity/Temperature Meter* sedangkan alat yang digunakan untuk pembacaan kelembabannya yaitu DHT22. Data dari pengujian alat dapat dilihat pada tabel 4.1.

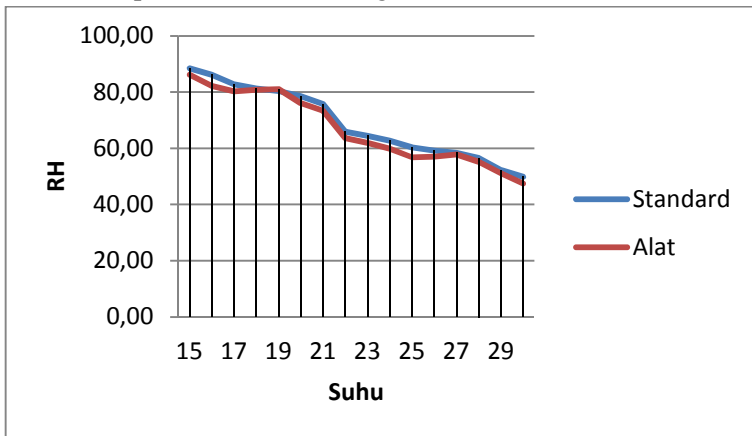
Tabel 4.1 Data Pengujian Alat

No	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Standar (%)	Alat (%)	Error (%)
1	15	88	88,41	86,22	2,19
2	16	86	86,12	82,18	3,94
3	17	82	82,80	80,25	2,55
4	18	81	81,29	80,76	0,53
5	19	80	80,40	81,04	-0,64

Tabel 4.1 Lanjutan

6	20	78	78,49	76,07	2,42
7	21	75	75,67	73,26	2,41
8	22	65	65,86	63,58	2,28
9	23	64	64,44	61,86	2,58
10	24	62	62,68	59,81	2,87
11	25	60	60,28	56,80	3,20
12	26	59	59,23	57,00	2,23
13	27	58	58,39	57,81	0,58
14	28	56	56,59	55,15	1,44
15	29	52	52,21	51,07	1,14
16	30	49	49,82	47,49	2,33

Dari tabel 4.1 diatas, menghasilkan grafik pembacaan alat standar dan pembacaan alat sebagai berikut :

**Gambar 4.3** Grafik Pembacaan Standar dan Pembacaan Alat

Sehingga menghasilkan nilai :

- a. *Range* : 49% - 88%
- b. *Span* : 38,73%
- c. *Resolusi* : 0,01
- d. *Maksimum non-linieritas* : 2,859
- e. *Non-linieritas* : 7,8320%
- f. *Akurasi* : 96,85%
- g. *Kesalahan (error)* : 0,031

Berikut ini adalah hasil perhitungan nilai karakteristik statik alat ukur kelembaban berdasarkan data pada tabel 4.2

- Sensitivitas (dari data pengujian alat)

$$\text{sensitivitas} = \frac{\Delta O}{\Delta I} = \frac{86,22 - 47,49}{88,41 - 49,82} = 1,00$$
- *Non – Linieritas*

$$(N(I)) = O(I) - (KI + a)$$

Non – linieritas total

$$= \frac{N}{O_{\max} - O_{\min}} \times 100\%$$

Dimana :

$$K (\text{sensitivitas}) = 1,00$$

$$a (\text{zero bias}) = O_{\min} - KI_{\min}$$

$$a = 47,49 - (1,00)(49,82)$$

$$a = -2,33$$

$$N (\text{Non Linieritas Maksimum}) = 2,859$$

sehingga :

Non-linieritas maksimum per unit

$$= \frac{2,859}{86,22 - 47,49} \times 100\% = 7,381\%$$

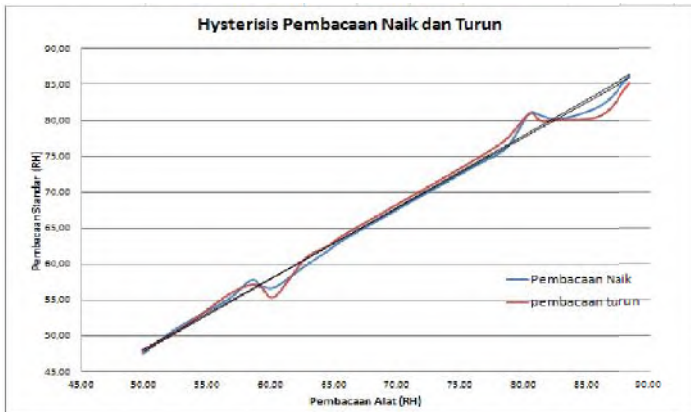
- Histerisis :

$H(I) = O(I)_{I\uparrow} - O(I)_{I\downarrow}$, $\hat{H} = H(I)_{max}$ sehingga didapatkan hasil :

$$\% \text{ maksimal histerisis} = \frac{\hat{H}}{O_{max} - O_{min}} \times 100\%$$

$$= \frac{1,17}{86,22 - 47,49} \times 100\% = 0,0302\%$$

Berikut adalah grafik dari histerisis pembacaan naik dan turun kelembaban.



Gambar 4.4 Grafik Histerisis

- Akurasi :

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\%$$

Dengan :

Y_n = Pembacaan Standar

X_n = Pembacaan Alat

$$A = 1 - |0,031| \times 100\% = 96,85 \%$$

Setelah diketahui karakteristik statik dari alat ukur kelembaban, langkah berikutnya adalah kalibrasi alat ukur. Yang digunakan sebagai kalibrator adalah *Humidity/Temperature Meter*. Berikut ini merupakan hasil pengukuran kalibrasi untuk mencari nilai ketidakpastian alat ukur kelembaban.

Tabel 4.3 Data Kalibrasi

No	RH	Standar	Alat	Error	R	SSR
1	88	88,41	86,22	2,19	0,09	0,01
2	86	86,12	82,18	3,94	1,86	3,45
3	82	82,80	80,25	2,55	0,49	0,24
4	81	81,29	80,76	0,53	-1,53	2,33
5	80	80,40	81,04	-0,64	-2,69	7,24
6	78	78,49	76,07	2,42	0,38	0,14
7	75	75,67	73,26	2,41	0,39	0,15
8	65	65,86	63,58	2,28	0,31	0,10
9	64	64,44	61,86	2,58	0,62	0,38
10	62	62,68	59,81	2,87	0,92	0,84
11	60	60,28	57,35	2,93	0,99	0,99
12	59	59,23	57,00	2,23	0,30	0,09
13	58	58,39	57,81	0,58	-1,35	1,81
14	56	56,59	55,15	1,44	-0,48	0,23
15	52	52,21	51,07	1,14	-0,75	0,57
16	49	49,82	47,49	2,33	0,45	0,20
Jumlah		1102,68	1448,12	-11,35	SSR	18,76
Rata-Rata		68,92	68,96	-0,74		

Berikut merupakan perhitungan ketidakpastian alat ukur kelembaban berdasarkan tabel 4.3.

- Nilai ketidakpastian tipe A

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}}{n - 1}$$

Dimana :

$$\sigma = 1,362$$

Sehingga nilai ketidakpastian tipe A adalah :

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$U_{a1} = \frac{1,362}{\sqrt{16}} = 0,341$$

Sedangkan nilai ketidakpastian regresi U_{a2} adalah

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}}$$

Dimana :

SSR (*Sum Square Residual*) = ΣSR (*Square Residual*)

$SR = R^2$ (*Residu*)

Y_i (Nilai koreksi) = Pemb. standar (t_i) – Pemb. alat (x_i)

$Y_{reg} = a + (b \times t_i)$

$$a = \bar{y}_i + (b \times \bar{t}_i)$$

$$b = \frac{n \cdot \Sigma t_i y_i - \Sigma y_i \cdot \Sigma t_i}{n \cdot \Sigma t_i^2 - (\Sigma t_i)^2}$$

t_i = Pemb. standar

y_i = Nilai koreksi

n = Jumlah data

$$b = \frac{(16 \times 2203,98) - (31,78 \times 1102,68)}{(16 \times 78428,12) - (1102,68)^2}$$

$$b = 0,0056$$

Sehingga nilai :

$$a = (1,99) - (0,0056 \times 68,92)$$

$$a = 1,604$$

Jadi, persamaan regresi menjadi

$$Y_{reg} = 1,604 + (ti \times 0,0056)$$

Yang menghasilkan nilai SSR = 18,76

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{18,76}{16 - 2}}$$

$$U_{a2} = 1,158$$

- Nilai ketidakpastian tipe B

Pada ketidakpastian tipe B ini terdapat 2 parameter ketidakpastian, yaitu ketidakpastian Resolusi (U_{B1}) dan ketidakpastian alat standar (U_{B2}). Berikut ini adalah perhitungan ketidakpastian tipe B :

$$U_{B1} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2} \times 0,01}{\sqrt{3}} = 0,003$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k},$$

dikarenakan pada alat standar terdapat sertifikat kalibrasinya maka nilai a (ketidakpastian sertifikat kalibrasi) dianggap mendekati 0, dan nilai faktor cakupan dianggap 2,0. Sehingga hasil : $U_{B2} = 0$

- Nilai ketidakpastian kombinasi U_c :

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2}$$

$$U_c = \sqrt{0,341^2 + 1,157^2 + 0,003^2 + 0^2}$$

$$U_c = 1,207$$

Dengan kondisi V atau derajat kebebasan dari kedua tipe ketidakpastian, sebagai berikut :

$V = n-1$; $n=16$, sehingga :

$V_1 = 15$; $V_2 = 15$; $V_3 = \infty$; $V_4 = 60$ (berdasarkan table T)

Dengan nilai V_{eff} (Nilai derajat kebebasan efektif) sebagai berikut :

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 / V_i}$$

$$V_{eff} = \frac{(1,206)^4}{(0,341)^4 / 15 + (1,158)^4 / 15 + (0,003)^4 / \infty + (0,00)^4 / 60}$$

$$V_{eff} = 17,577$$

$V_{eff} = 17,577$, sehingga jika dibulatkan menjadi 17,6, dimana pada table *T-student* menghasilkan nilai k (faktor koreksi) sebesar 1,740.

Maka dapat diperoleh hasil nilai ketidakpastian diperluas yaitu sebesar :

$$U_{exp} = k \times U_c$$

$$U_{exp} = 1.740 \times 1,207 = 2,100$$

Sehingga dari perhitungan ketidakpastian diperluas diatas, dihasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar $\pm 2,100$ dengan tingkat kepercayaan 90% dari tabel *T-Student*. Nilai ketidakpastian

tersebut akan menjadi acuan untuk pembacaan alat ukur selama alat ukur tersebut digunakan.

4.1.3 Data Pengukuran Kelembaban pada Alat Purifikasi Biogas

Pengukuran kelembaban dilakukan ketika alat purifikasi dijalankan. *Runing* alat purifikasi biogas dilakukan di Desa Nongkojajar, Pasuruan, karena disana merupakan tempat pengolahan biogas yang tergolong aktif dan sudah terpasang di beberapa rumah warga. Berikut merupakan data hasil monitoring kelembaban pada saat alat purifikasi dijalankan.

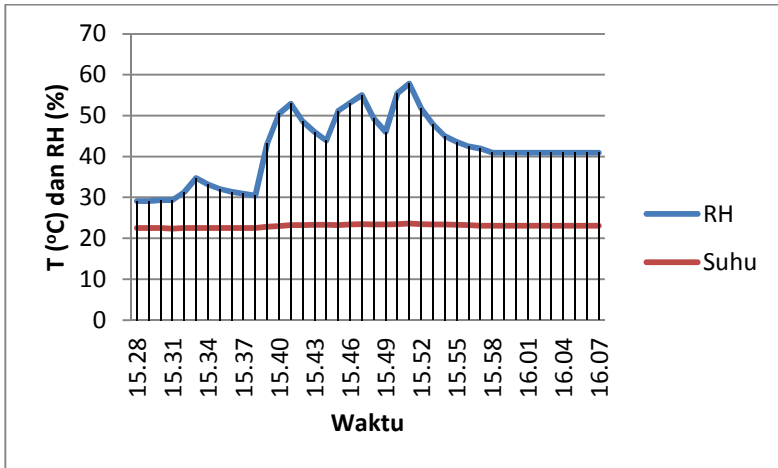
Tabel 4.4 Data Monitoring RH

No	Waktu	RH (%)	Suhu (°C)
1	15.28	29,1	22,5
2	15.29	29,1	22,5
3	15.30	29,3	22,5
4	15.31	29,3	22,4
5	15.32	31,3	22,5
6	15.33	34,7	22,5
7	15.34	33,2	22,5
8	15.35	32,1	22,5
9	15.36	31,4	22,5
10	15.37	30,9	22,5
11	15.38	30,4	22,5
12	15.39	43,1	22,8
13	15.40	50,5	23
14	15.41	52,9	23,2
15	15.42	48,6	23,2
16	15.43	46	23,3

Tabel 4.4 Lanjutan

17	15.44	43,9	23,3
18	15.45	51,2	23,2
19	15.46	53,1	23,4
20	15.47	55	23,5
21	15.48	49,3	23,4
22	15.49	46	23,4
23	15.50	55,5	23,5
24	15.51	57,8	23,6
25	15.52	51,8	23,5
26	15.53	47,9	23,4
27	15.54	45	23,4
28	15.55	43,6	23,3
29	15.56	42,5	23,2
30	15.57	41,9	23,1
31	15.58	40,9	23,1
32	15.59	40,9	23,1
33	16.00	40,9	23,1
34	16.01	40,9	23,1
35	16.02	40,9	23,1
36	16.03	40,9	23,1
37	16.04	40,9	23,1
38	16.05	40,9	23,1
39	16.06	40,9	23,1
40	16.07	40,9	23,1

Data diatas didapat dari proses running alat purifikasi biogas dengan biogas yang didapat dari rumah warga dan tanpa proses pergantian silika gel. Dari data diatas dapat dibuat grafik hubungan antara suhu dengan RH sebagai berikut.



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara Suhu dan RH saat *runing* alat

Hasil monitoring suhu dan RH tersebut dilakukan didalam *scrubber* yang tertutup rapat dengan percampuran antara uap air (hasil penyemprotan *nozzle*) dengan biogas dari selang input dan pada *tray trap* kedua terdapat silika gel sebagai penangkap uap air yang ikut naik ke selang output.

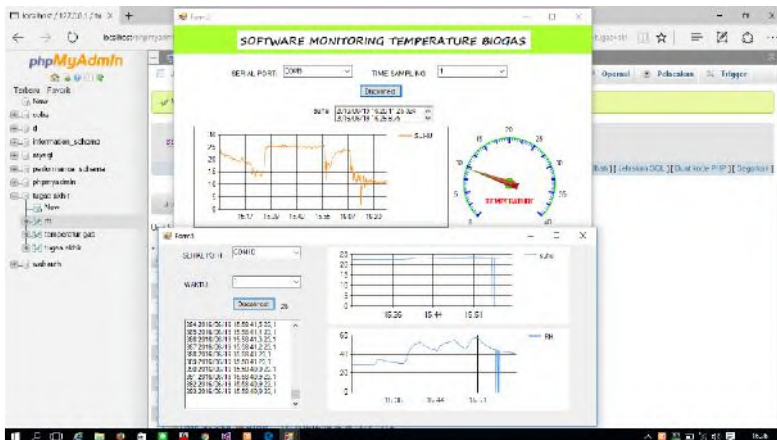
Pada grafik diatas menunjukkan saat waktu pengukuran antara 15.28 – 15.38, RH stabil semakin naik pada suhu yang stabil yaitu 22,5 °C. Silika gel juga menunjukkan perubahan warna dari biru menjadi pink yang menandakan silika telah menyerap uap air yang ikut naik karena proses penyemprotan.

Namun pada waktu pengukuran 15.40- 15.57, data semakin tidak stabil. Suhu naik dan RH tidak stabil yang berdampak pada warna silika gel yang berubah menjadi ungu kehitaman. Suhu naik menjadi 23 °C namun RH menunjukkan lebih dari 45%. Berikut gambar silika gel yang berubah warna menjadi ungu kehitaman.



Gambar 4.6 Silika gel yang berubah warna

Dan ketika menunjukkan waktu 15.58 keatas, suhu dan RH *stagnant* pada suhu 23,1 °C dan 40,1%. Pada waktu ini, sistem telah dimatikan. Berikut merupakan tampilan sistem monitoring yang didapat dari Visual Studio.



Gambar 4.7 Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada purifikasi biogas

4.2 Pembahasan

Sistem monitoring suhu dan kelembaban pada alat purifikasi biogas ini dilakukan menggunakan sensor DHT22. Hasil pengukurannya ditampilkan pada LCD 4 x 20 dan di-*interfacing* dengan *software* Visual Studio yang telah terhubung dengan database MySQL.

Prinsip kerja alat ukur suhu dan kelembaban yang telah dirancang adalah menggunakan sensor DHT22 untuk *sensing element*. Sensor ini kinerjanya yaitu memanfaatkan karakteristik bahan yaitu kapasitif yang diolah menjadi keluaran tegangan, keluaran dari dielektrik polimer yang sebanding dengan perubahan kelembaban yang terukur. Setelah mendapatkan *output* dari sensor berupa bilangan digital (*digital output*), maka selanjutnya akan diproses oleh Arduino UNO R3 sebagai *signal processing element*, dan keluaran dari Arduino UNO R3 sudah menjadi *display* pada LCD dan Visual Studio yang sebelumnya sudah diupload. Untuk dapat tersimpan di database, harus menyambungkan *software* XAMPP dan mengaktifkan MySQL sehingga sesuai *listing program* yang telah dibuat, tiap 1 menit MySQL akan menyimpan data hasil pembacaan sensor.

Sebelum digunakan, sensor DHT22 ini juga dilakukan uji sensor untuk mengetahui karakteristik sensor serta apakah sensor masih layak digunakan melalui perhitungan kalibrasi. Dari Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa ketidakpastian diperluas ($U_{\text{expand}} = 2,100$). Hasil akhir dari pengukuran temperatur ini, semisal didapat nilai 15°C , maka ditulis ($15^{\circ}\text{C} \pm 2,100 \% \text{ RH}$). Ketidakpastian diperluas tersebut didapatkan dengan menggunakan tingkat kepercayaan 90% dari tabel *T-Student*. Akurasi dari alat ukur kelembaban ini adalah 96,85% . Selain itu, berdasarkan data pembacaan didapatkan teori bahwa temperatur berbanding terbalik dengan kelembaban. Jika temperatur rendah,

maka kelembaban akan tinggi. Dan sebaliknya, jika temperatur naik, maka kelembaban akan turun.

Dari data yang didapatkan dari hasil uji alat purifikasi biogas, terjadi perubahan drastis nilai kelembaban dan juga silika gel secara fisik. Pada grafik gambar 4.4 menunjukkan ketika waktu pengukuran antara 15.28 – 15.38, RH stabil semakin naik pada suhu yang stabil yaitu 22,5 °C. Silika gel juga menunjukkan perubahan warna dari biru menjadi pink yang menandakan silika gel telah menyerap uap air yang ikut naik karena proses penyemprotan air oleh *nozzle*.

Namun pada waktu pengukuran 15.40- 15.57, data semakin tidak stabil. Suhu naik dan RH tidak stabil yang berdampak pada warna silika gel yang berubah menjadi ungu kehitaman. Suhu naik menjadi 23 °C namun RH menunjukkan lebih dari 45%. Hal ini menunjukkan silika sudah banyak menyerap uap air sehingga perlu diganti. Dan ketika menunjukkan waktu 15.58 keatas, suhu dan RH *stagnant* pada suhu 23,1 °C dan 40,1%. Pada waktu tersebut alat purifikasi telah dimatikan.

Sebelumnya, karena belum pernah diuji coba menggunakan biogas dan silika gel secara langsung, sehingga hasil pengukuran kelembaban mempresentasikan data kelembaban udara ruangan saja. Namun ketika diuji menggunakan silika gel serta sedikit uap air, nilai kelembaban hampir sangat sedikit.

Dari hasil monitoring, dapat dilihat bahwa pengaruh dari silika sangat besar terhadap nilai kelembaban yang ada didalam *scrubber*. Hal ini tentu saja mempengaruhi kandungan dari biogas tersebut karena mempengaruhi jumlah kandungan kimia dari biogas tersebut seperti hidrogen dan karbon.

Dari hasil analisis diatas, didapatkan kesimpulan bahwa sistem monitoring kelembaban serta penggunaan silika gel berfungsi dalam proses purifikasi biogas terutama pengaruhnya dalam *heating value* gas metana tersebut. Kelembaban dapat

mempengaruhi kandungan dari biogas yang dikeluarkan terutama penurunan kandungan H_2S karena semakin rendah suhu yang digunakan untuk mengurangi kadar H_2S maka semakin tinggi kelembaban yang ada pada *scrubber*, sehingga memerlukan silika gel untuk mengurangi kelembaban tersebut.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN A
(DATA PENGUJIAN ALAT DAN KALIBRASI)

Tabel 1. Data Pengujian Alat Ukur Kelembaban

No	suhu	RH	STD	Alat	error
1	15	88	88,41	86,22	2,19
2	16	86	86,12	82,18	3,94
3	17	82	82,80	80,25	2,55
4	18	81	81,29	80,76	0,53
5	19	80	80,40	81,04	-0,64
6	20	78	78,49	76,07	2,42
7	21	75	75,67	73,26	2,41
8	22	65	65,86	63,58	2,28
9	23	64	64,44	61,86	2,58
10	24	62	62,68	59,81	2,87
11	25	60	60,28	56,80	3,20
12	26	59	59,23	57,00	2,23
13	27	58	58,39	57,81	0,58
14	28	56	56,59	55,15	1,44

Tabel 3. Data Karakteristik Alat

[illegible]

Tabel 4. Data Kalibrasi

No	RH	Standar	Alat	Error	R	SSR
1	88	88,41	86,22	2,19	0,09	0,01
2	86	86,12	82,18	3,94	1,86	3,45
3	82	82,80	80,25	2,55	0,49	0,24
4	81	81,29	80,76	0,53	-1,53	2,33
5	80	80,40	81,04	-0,64	-2,69	7,24
6	78	78,49	76,07	2,42	0,38	0,14
7	75	75,67	73,26	2,41	0,39	0,15
8	65	65,86	63,58	2,28	0,31	0,10
9	64	64,44	61,86	2,58	0,62	0,38
10	62	62,68	59,81	2,87	0,92	0,84
11	60	60,28	57,35	2,93	0,99	0,99
12	59	59,23	57,00	2,23	0,30	0,09
13	58	58,39	57,81	0,58	-1,35	1,81
14	56	56,59	55,15	1,44	-0,48	0,23
15	52	52,21	51,07	1,14	-0,75	0,57
16	49	49,82	47,49	2,33	0,45	0,20
Jumlah		1102,68	1448,12	-11,35	SSR	18,76
Rata-Rata		68,92	68,96	-0,74		

LAMPIRAN B

(Listing Program di Mikrokontroller dan Microsoft Visual Studio 2013)

2.1 Listing Program Arduinio Uno R3

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13, 11, 5, 4, 3, 2);
#define SensorPin A0          //pH meter Analog output to
Arduino Analog Input 2
#define Offset -0.50          //deviation compensate
#define LED 12 //times of collection
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 7
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
int solenoid=6;
int soltank=8;
int h;
unsigned long int avgValue;
float volt;
float b;
int buf[10],temp;
float pHValue;
float pH;
float bn;

void setup(void)
{
    pinMode(LED,OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin(16, 2);
    pinMode(solenoid,OUTPUT);
    pinMode(soltank,OUTPUT);
    delay(100);
    lcd.clear();
    dht.begin();
```

```

}
void loop(void)
{
//p
int buf[10];
  for(int i=0;i<10;i++)
  {
    buf[i]=analogRead(SensorPin);
    delay(10);
  }
  for(int i=0;i<9;i++)
  {
    for(int j=i+1;j<10;j++)
    {
      if(buf[i]>buf[j])
      {
        int temp=buf[i];
        buf[i]=buf[j];
        buf[j]=temp;
      }
    }
  }
  avgValue=0;
  for(int i=2;i<8;i++)
  avgValue+=buf[i];

//p
//p

float h = dht.readHumidity();

float t = dht.readTemperature();


Serial.print("Humidity: ");
Serial.print(h,1);

```

```
Serial.print(" %");  
Serial.print("Temperature: ");  
Serial.print(t,1);  
Serial.println(" *C ");
```

```
float pHValue=(float)avgValue*5.0/1024/6;  
pH=3.5*pHValue+Offset;  
volt=(analogRead(SensorPin)*0.0048828125);  
//p  
Serial.print("Voltage:");  
Serial.print(pHValue,2);  
Serial.print(" pH value: ");  
Serial.println(pH,2);
```

```
if(pH <= 5.5){  
    digitalWrite(solenoid,HIGH);  
    delay(4000);  
    digitalWrite(soltank,HIGH);  
}  
if(pH >= 6.5){  
    digitalWrite(solenoid,LOW);  
    digitalWrite(soltank,LOW);  
}  
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("pH Value= ");  
lcd.setCursor(11, 0);  
lcd.print(pH,2);  
lcd.setCursor(0, 1);  
lcd.print("RH: ");  
lcd.setCursor(4, 1);  
lcd.print(h,1);  
lcd.print("%");  
lcd.setCursor(10,1);  
lcd.print("T: ");  
lcd.setCursor(12,1);
```

```

lcd.print(t,1);
lcd.setCursor(15,1);
lcd.print(" *C ");

}

```

2.2 Listing program Visual Studio 2013

```

Imports MySql.Data
Imports MySql.Data.MySqlClient
Public Class Form3
    Private sqlConn As MySqlConnection 'variabel
koneksi
    Private sqlComm As MySqlCommand
    Private timeSampling As Integer
    Private ss, mm, sst, mmt As Integer
    Private timeSamplingList As String()
    Public ii, hitMnt, hitdtk As Integer
    Public listPort As String()
    Private pewaktu As Integer

    Private erha, temperaturC As Double

    Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As
EventArgs) Handles MyBase.Load
        For i As Integer = 1 To 5 'loop untuk isi
combobox
            ReDim Preserve timeSamplingList(i - 1)
            timeSamplingList(i - 1) = i.ToString
        Next
        ComboBox2.Items.AddRange(timeSamplingList)
        timeSampling = 0
        sqlConn = New MySqlConnection
        sqlConn.ConnectionString =
"server=127.0.0.1;database=tugas_akhir;uid=root;pwd="
        Try
            sqlConn.Open()
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
        End Try
    End Sub
End Class

```

```

If Not SerialPort1.IsOpen Then
    Button1.Text = "Connect"
End If

GetPorts()
ii = 0
Try
    ComboBox1.Items.AddRange(listPort)
Catch ex As Exception
    ComboBox1.Items.Clear()
End Try
Timer1.Interval = 500
Timer1.Stop()

End Sub
Sub GetPorts()
    ComboBox1.Items.Clear()
    Dim i As Integer = 0
    For Each portAvailable As String In
My.Computer.Ports.SerialPortNames
        ReDim Preserve listPort(i)
        listPort(i) = portAvailable
        i += 1
    Next
End Sub
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As
EventArgs) Handles Button1.Click
    If SerialPort1.IsOpen Then
        SerialPort1.Close()
        If Not SerialPort1.IsOpen Then
            Button1.Text = "Connect"
            hitdtk = 0
            Timer1.Stop()
        End If
    Else
        Try
            SerialPort1.PortName = ComboBox1.Text
            SerialPort1.BaudRate = 9600
            SerialPort1.Open()
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
        End Try
    End If
End Sub

```



```

        If SerialPort1.IsOpen Then
            MsgBox("success")

            pewaktu = CInt(ComboBox2.Text) * 60
            hitdtk = 0
            Timer1.Start()

            timeSampling = CInt(ComboBox2.Text)
'entuin timesampling
            Button1.Text = "Disconnect"
            sst = CInt(Now.ToString("ss"))
            ss = sst
            'mmt = CInt(Now.ToString("mm"))
        End If
    End If
End Sub

Private Sub ComboBox1_click(sender As Object, e As
EventArgs) Handles ComboBox1.Click
    GetPorts()
    Try
        ComboBox1.Items.AddRange(listPort)
    Catch ex As Exception
        ComboBox1.Items.Clear()
    End Try
End Sub

Private Sub SerialPort1_DataReceived(sender As
Object, e As IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs)
Handles SerialPort1.DataReceived
    Dim dataIn As String = SerialPort1.ReadLine
    Me.Invoke(New myDelegate(AddressOf olahData),
dataIn)
End Sub

Delegate Sub myDelegate(ByVal [data] As String)
Sub olahData(ByVal datamasuk As String)
    'mm = CInt(Now.ToString("mm"))

    'If mm = CInt(mmt And ss = sst) Then
    '    Dim pisah_data() As String =
datamasuk.Split("")
    '    simpan(pisah_data(1))
    '    simpan(pisah_data(2))
    '    sst = CInt(Now.ToString("ss"))

```

```

        '      mmt = CInt(Now.ToString("mm")) +
timeSampling Mod 10
    'End If
    'delay time sampling
    'If mm <> mmt And (ss > sst - 5 And ss < sst +
5) Then 'range input data diantara 5sekon
    '      mmt = mm
    '      hitMnt += 1
    '      If hitMnt = timeSampling Then
    '          hitMnt = 0
    '          Try
    '              Dim c2dbl As Double =
Val(datamasuk) 'memastikan variable ke double
    '                  simpan(c2dbl.ToString)
    '          Catch ex As Exception
    '          End Try
    '      End If
    'End If

    Dim liattanda As Integer = InStr(datamasuk,
"%")
    If liattanda <> 0 Then
        Dim pisah As String() = datamasuk.Split("
")
        erha = Val(pisah(1))
        temperaturC = Val(pisah(3))
        ii += 1
        RichTextBox1.AppendText(ii.ToString + " " +
Now.ToString("yyyy/MM/dd HH:mm") + " " + erha.ToString
+ " " + temperaturC.ToString + " " + vbNewLine)
        RichTextBox1.ScrollToCaret()
        Try

Chart1.Series("RH").Points.AddXY(Now.ToString("HH:mm"),
erha)

Chart2.Series("suhu").Points.AddXY(Now.ToString("HH:mm"
), temperaturC)
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
        End Try
    End If

```

```

End Sub
Sub simpan(ByVal datamasuk As String)
    sqlComm = New MySqlCommand 'command baru
    Try
        With sqlComm
            .Connection = sqlConn
            .CommandText = datamasuk 'instruksi
tambah data
            .ExecuteNonQuery()
        End With
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

Private Sub Timer1_Tick(sender As Object, e As
EventArgs) Handles Timer1.Tick
    ss = CInt(Now.ToString("ss"))
    If ss <> sst Then
        sst = ss
        hitdtk += 1
        Label3.Text = hitdtk.ToString
    End If

    If hitdtk = pewaktu Then
        simpan("INSERT INTO `rh` (
`No`,`Tanggal/Waktu`,`RH`,`Suhu`) VALUES ('','' +
Now.ToString("yyyy/MM/dd HH:mm") + "',' +
erha.ToString + "',' + temperaturC.ToString + "')")
        hitdtk = 0
    End If
End Sub
End Class

```

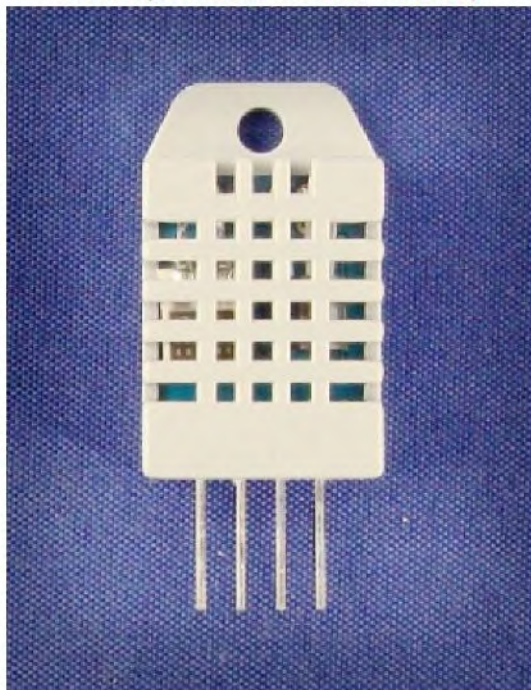
2.2 Datasheet DHT22

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

Digital-output relative humidity & temperature sensor/module

DHT22 (DHT22 also named as AM2302)



Capacitive-type humidity and temperature module/sensor

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

1. Feature & Application:

- * Full range temperature compensated
- * Relative humidity and temperature measurement
- * Calibrated digital signal
- * Outstanding long-term stability
- * Extra components not needed
- * Long transmission distance
- * Low power consumption
- * 4 pins packaged and fully interchangeable

2. Description:

DHT22 output calibrated digital signal. It utilizes exclusive digital-signal-collecting-technique and humidity sensing technology, assuring its reliability and stability. Its sensing elements are connected with 8-bit single-chip computer.

Every sensor of this model is temperature compensated and calibrated in accurate calibration chamber and the calibration-coefficient is saved in type of programme in OTP memory, when the sensor is detecting, it will cite coefficient from memory.

Small size & low consumption & long transmission distance(20m) enable DHT22 to be suited in all kinds of harsh application occasions.

Single-row packaged with four pins, making the connection very convenient.

3. Technical Specification:

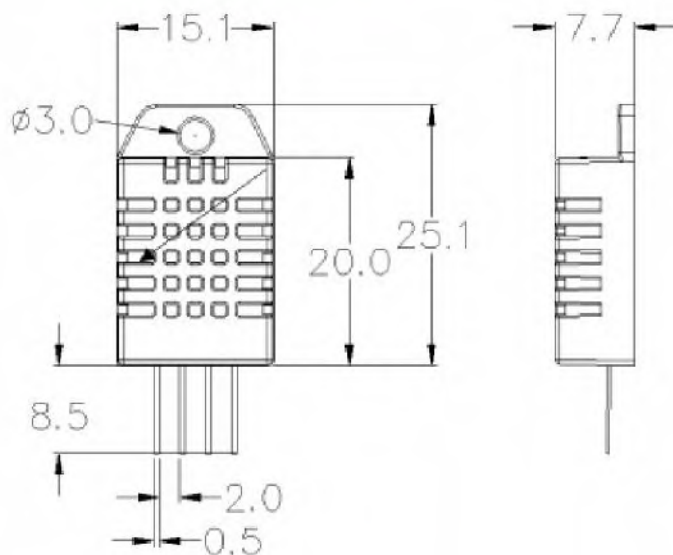
Model	DHT22	
Power supply	3.3-6V DC	
Output signal	digital signal via single-bus	
Sensing element	Polymer capacitor	
Operating range	humidity 0-100%RH;	temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity $\pm 2\%$ RH(Max $\pm 5\%$ RH);	temperature ± 0.5 Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH;	temperature 0.1 Celsius
Repeatability	humidity $\pm 1\%$ RH;	temperature ± 0.2 Celsius
Humidity hysteresis	$\pm 0.3\%$ RH	
Long-term Stability	$\pm 0.5\%$ RH/year	
Sensing period	Average: 2s	
Interchangeability	fully interchangeable	
Dimensions	small size 14*18*5.5mm;	big size 22*28*5mm

4. Dimensions: (unit---mm)

1) Small size dimensions: (unit---mm)

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



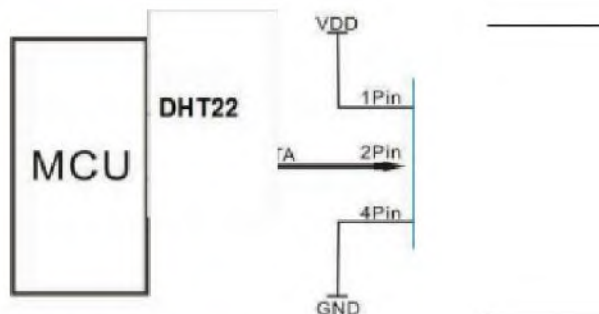
Pin sequence number: 1 2 3 4 (from left to right direction).

Pin	Function
1	VDD→power supply
2	DATA→signal
3	NULL
4	GND

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

5. Electrical connection diagram:



3Pin—NC, AM2302 is another name for DHT22

6. Operating specifications:

(1) Power and Pins

Power's voltage should be 3.3-6V DC. When power is supplied to sensor, don't send any instruction to the sensor within one second to pass unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for wave filtering.

(2) Communication and signal

Single-bus data is used for communication between MCU and DHT22, it costs 5mS for single time communication.

Data is comprised of integral and decimal part, the following is the formula for data.

DHT22 send out higher data bit firstly!

DATA=8 bit integral RH data+8 bit decimal RH data+8 bit integral T data+8 bit decimal T data+8 bit check-sum
If the data transmission is right, check-sum should be the last 8 bit of "8 bit integral RH data+8 bit decimal RH data+8 bit integral T data+8 bit decimal T data".

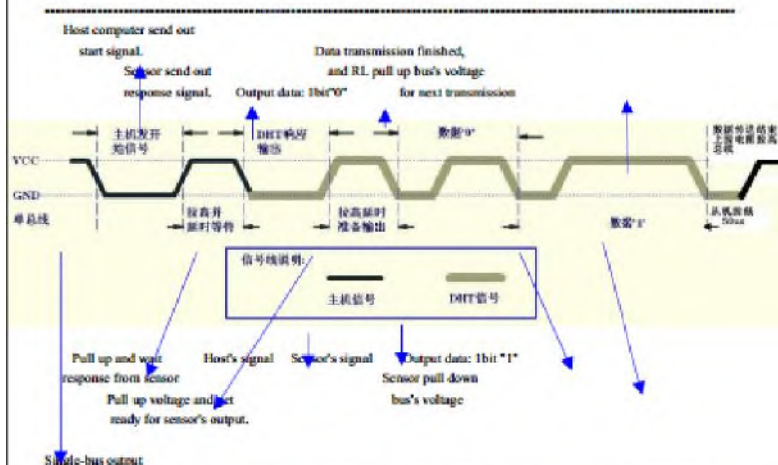
When MCU send start signal, DHT22 change from low-power-consumption-mode to runnings-mode. When MCU finishes sending the start signal, DHT22 will send response signal of 40-bit data that reflect the relative humidity

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in sensing humidity & temperature sensors

and temperature information to MCU. Without start signal from MCU, DHT22 will not give response signal to MCU. One start signal for one time's response data that reflect the relative humidity and temperature information from DHT22. DHT22 will change to low-power-consumption-mode when data collecting finish if it don't receive start signal from MCU again.

1) Check bellow picture for overall communication process:



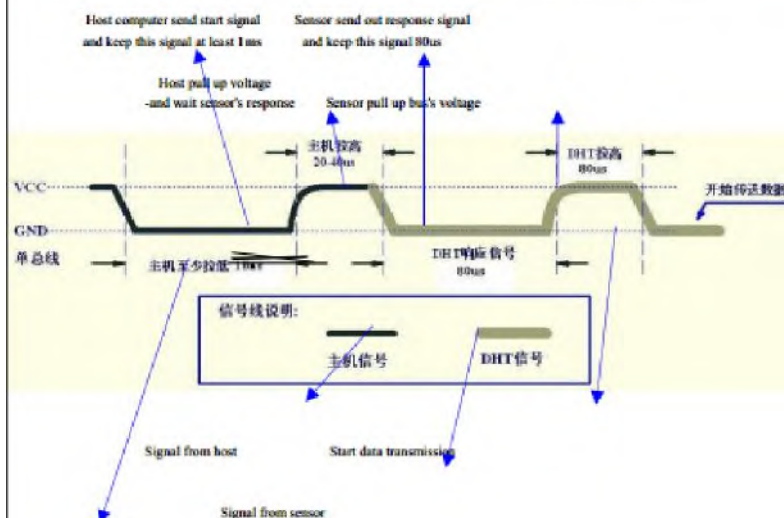
2) Step 1: MCU send out start signal to DHT22

Data-bus's free status is high voltage level. When communication between MCU and DHT22 begin, program of MCU will transform data-bus's voltage level from high to low level and this process must beyond at least 1ms to ensure DHT22 could detect MCU's signal, then MCU will wait 20~40us for DHT22's response.

Check bellow picture for step 1:

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



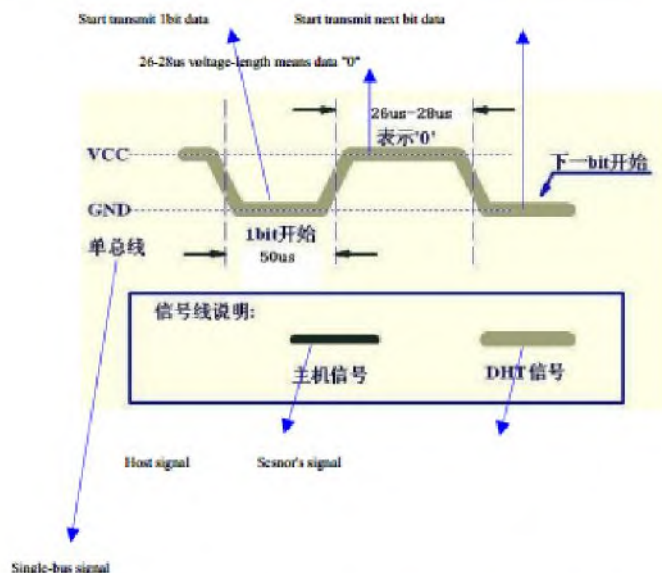
Single-bus signal

Step 2: DHT22 send response signal to MCU

When DHT22 detect the start signal, DHT22 will send out low-voltage-level signal and this signal last 80us as response signal, then program of DHT22 transform data-bus's voltage level from low to high level and last 80us for DHT22's preparation to send data.

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

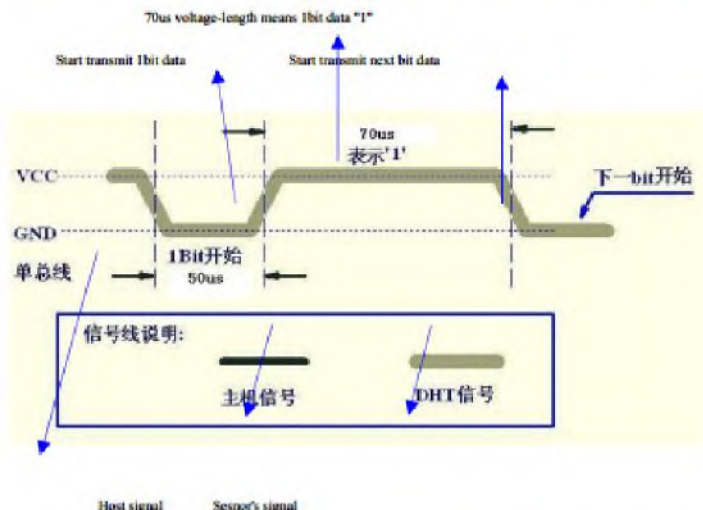


Step 3: DHT22 send data to MCU

When DHT22 is sending data to MCU, every bit's transmission begin with low-voltage-level that last 50us, the following high-voltage-level signal's length decide the bit is "1" or "0".

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



Single-bus signal

If signal from DHT22 is always high-voltage-level, it means DHT22 is not working properly, please check the electrical connection status.

7. Electrical Characteristics:

Item	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Power supply	DC	3.3	5	6	V
Current supply	Measuring	1		1.5	mA
	Stand-by	40	Null	50	uA
Collecting period	Second		2		Second

*Collecting period should be : >2 second.

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

8. Attentions of application:

(1) Operating and storage conditions

We don't recommend the applying RH-range beyond the range stated in this specification. The DHT22 sensor can recover after working in non-normal operating condition to calibrated status, but will accelerate sensors' aging.

(2) Attentions to chemical materials

Vapor from chemical materials may interfere DHT22's sensitive-elements and debase DHT22's sensitivity.

(3) Disposal when (1) & (2) happens

Step one: Keep the DHT22 sensor at condition of Temperature 50~60Celsius, humidity <10%RH for 2 hours;

Step two: After step one, keep the DHT22 sensor at condition of Temperature 20~30Celsius, humidity >70%RH for 5 hours.

(4) Attention to temperature's affection

Relative humidity strongly depend on temperature, that is why we use temperature compensation technology to ensure accurate measurement of RH. But it's still be much better to keep the sensor at same temperature when sensing.

DHT22 should be mounted at the place as far as possible from parts that may cause change to temperature.

(5) Attentions to light

Long time exposure to strong light and ultraviolet may debase DHT22's performance.

(6) Attentions to connection wires

The connection wires' quality will effect communication's quality and distance, high quality shielding-wire is recommended.

(7) Other attentions

- * Welding temperature should be bellow 260Celsius.

- * Avoid using the sensor under dew condition.

- * Don't use this product in safety or emergency stop devices or any other occasion that failure of DHT22 may cause personal injury.

LAMPIRAN D
(DATA MONITORING RH PADA ALAT PURIFIKASI)

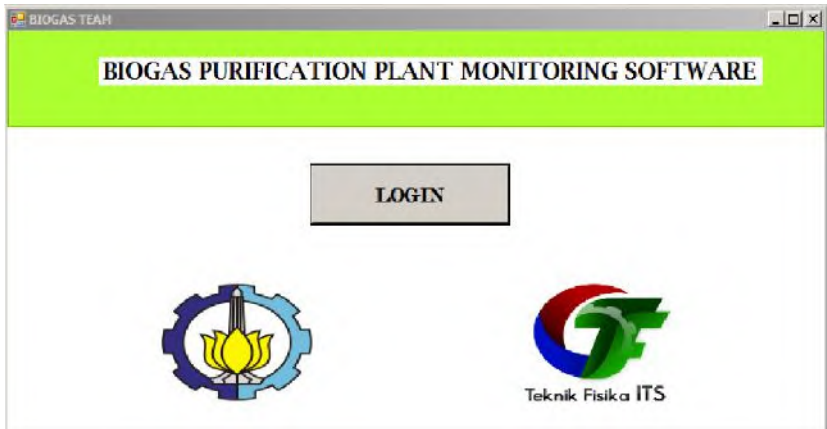
Tabel 5. Data Monitoring RH

No	Waktu	RH (%)	Suhu (°C)
1	15.28	29,1	22,5
2	15.29	29,1	22,5
3	15.30	29,3	22,5
4	15.31	29,3	22,4
5	15.32	31,3	22,5
6	15.33	34,7	22,5
7	15.34	33,2	22,5
8	15.35	32,1	22,5
9	15.36	31,4	22,5
10	15.37	30,9	22,5
11	15.38	30,4	22,5
12	15.39	43,1	22,8
13	15.40	50,5	23
14	15.41	52,9	23,2
15	15.42	48,6	23,2
16	15.43	46	23,3
17	15.44	43,9	23,3
18	15.45	51,2	23,2
19	15.46	53,1	23,4
20	15.47	55	23,5
21	15.48	49,3	23,4
22	15.49	46	23,4
23	15.50	55,5	23,5
24	15.51	57,8	23,6
25	15.52	51,8	23,5
26	15.53	47,9	23,4

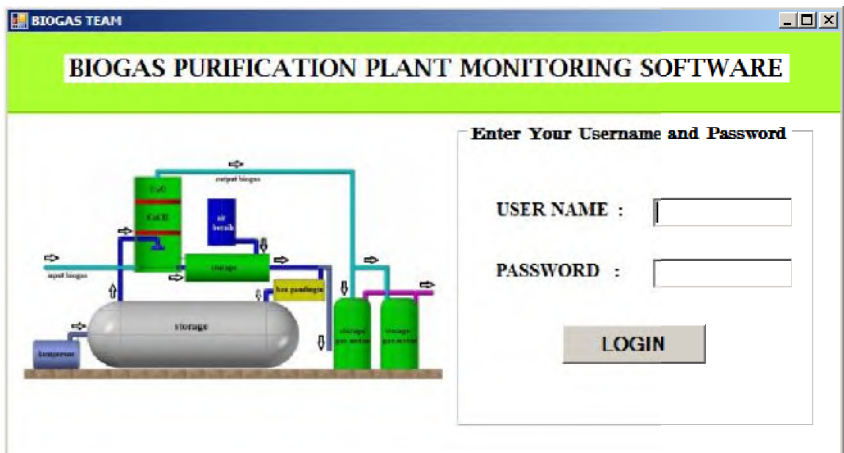
Tabel 5. Lanjutan

27	15.54	45	23,4
28	15.55	43,6	23,3
29	15.56	42,5	23,2
30	15.57	41,9	23,1
31	15.58	40,9	23,1
32	15.59	40,9	23,1
33	16.00	40,9	23,1
34	16.01	40,9	23,1
35	16.02	40,9	23,1
36	16.03	40,9	23,1
37	16.04	40,9	23,1
38	16.05	40,9	23,1
39	16.06	40,9	23,1
40	16.07	40,9	23,1

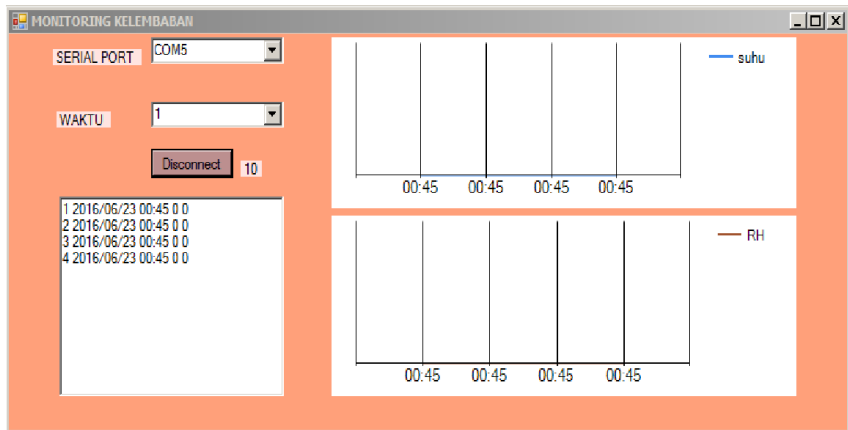
LAMPIRAN E (TAMPILAN *SOFTWARE*)



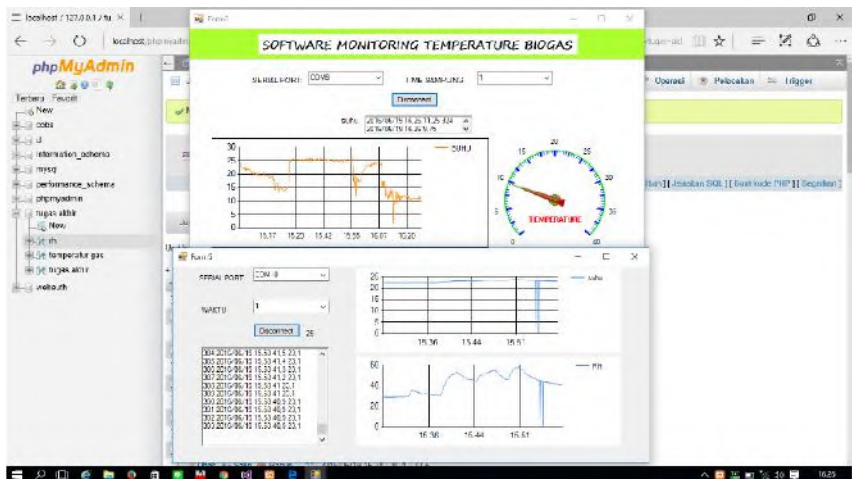
Gambar 1. Tampilan awal *Software*



Gambar 2. Tampilan login *Software*



Gambar 4. Form Pengambilan Data Kelembaban



Gambar 4. Pengambilan Grafik

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian sistem monitoring RH di *tray trap* silika gel pada kolom *water scrubber* alat purifikasi biogas dapat disimpulkan, yaitu :

- a. Sistem monitoring dan akuisisi data temperatur dan kelembaban dengan sensor DHT22 yang dirancang dapat diaplikasikan pada alat purifikasi biogas
- b. Sistem monitoring kelembaban memiliki nilai ketidakpastian diperluas (U_{exp}) sebesar $\pm 2,100$ dengan tingkat kepercayaan 90%. Akurasi alat ukur kelembaban adalah 96,85%
- c. Sistem monitoring kelembaban serta penggunaan silika gel berfungsi dalam proses purifikasi biogas terutama pengaruhnya dalam *heating value* gas metana tersebut. Kelembaban dapat mempengaruhi kandungan dari biogas yang dikeluarkan terutama penurunan kandungan H_2S karena semakin rendah suhu yang digunakan untuk mengurangi kadar H_2S maka semakin tinggi kelembaban yang ada pada *scrubber*, sehingga memerlukan silika gel untuk mengurangi kelembaban tersebut.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Penempatan sensor diperbaiki agar tidak cepat rusak terkena uap air hasil penyemprotan
- b. Desain dan konstruksi alat lebih dikembangkan untuk mempermudah pergantian silika gel
- c. Pada penelitian ini, sistem akuisisi data menggunakan *database*, hal tersebut mempunyai kekurangan yaitu

harus terhubung dengan PC. Maka, untuk mempermudah akuisisi data, dapat digunakan *data logger for microcontroller*

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Arief. 2012. Analisis Karakterisasi Aliran *Water Scrubber System* pada Alat Purifikasi Biogas Tipe Kombinasi *Spray Tower* dan *tray Tower*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Alfanz, Rocky, dkk. 2016. Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Produksi Biogas Pada Biodigester. ISSN: 2302 – 2949. Vol: 5, No. 1. Maret 2016
- Anonim 2012. Silika gel. http://id.wikipedia.org/wiki/Gel_silika. Diakses pada tanggal 20 Juni 2016
- Aosong Electronics Co .2012. Temperature and Humidity Module. DHT22 Product Manual, Guangzhou, China
- Bentley, John P. 2005. "*Principles of Measurement System 4th Edition*". London : Prentice Hall.
- Fessenden, 1982, Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 2, Erlangga, Jakarta
- Laboratorium Pengukuran Fisis. 2013. "Modul Teknik Pengukuran dan Kalibrasi". ITS. Surabaya
- Sulistyo, Agung. 2010. Analisis Pemanfaatan Sampah Organik di Pasar Induk Kramat Jati sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Biogas. Tesis. Jakarta : Fakultas Teknik Universitas Indonesia

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di kota Surabaya, 27 Januari 1995. Meskipun lahir di kota pahlawan, penulis merupakan warga asli kota pudak Gresik tepatnya di Desa Hendrosari RT 001 / 001 Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik. Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar pada tahun 2007 di SDN Hendrosari Gresik. Kemudian penulis hijrah ke Surabaya untuk menempuh pendidikan di SMPN 14 Surabaya hingga tahun 2010 dan melanjutkan ke jenjang selanjutnya di SMAN 11 Surabaya dan lulus di tahun 2013. Penulis mempunyai minat terhadap bidang organisasi dan riset. Semenjak dibangku SMP hingga SMA, penulis aktif menggeluti bidang organisasi. Namun dibangku perkuliahan, penulis lebih memilih fokus pada bidang riset dan laboratorium sehingga pada tahun 2014 penulis menjadi asisten Laboratorium Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol serta menjadi juara 1 LKTI tingkat Nasional di Universitas Jember pada tahun 2015. Pada tahun 2016 ini, penulis mampu menyelesaikan gelar ahli madya di Program Studi DIII-Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul “Sistem Monitoring RH di *Tray Trap* Silika Gel Kolom *Water Scrubber System* pada Alat Purifikasi Biogas”. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui email alfiantipiri@gmail.com.